



Miguel Carvalho Raposo

Licenciado em Ciências da Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Motricidade Global

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Tiago Oliveira Machado de Figueiredo Cardoso, Professor
Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Anabela Monteiro Gonçalves Pronto, Professora
Auxiliar da FCT-UNL

Arguentes: José António Barata de Oliveira, Professor
Auxiliar, da FCT-UNL;

Miguel Maria Viana Palha da Silva, Médico no
Centro de Desenvolvimento Infantil - APPT21;

março de 2016



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Motricidade Global

Copyright © Miguel Carvalho Raposo, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Para a Pequenina e para o Engenheiro...

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, ao meu orientador Professor Tiago Cardoso pela oportunidade que me concedeu de trabalhar num tema tão poucas vezes falado, mas ainda assim muito relevante na sociedade atual. Queria igualmente deixar o meu agradecimento por todo o apoio, pela motivação, pelas ideias e por toda a disponibilidade demonstrada ao longo da construção desta dissertação.

À Universidade Nova de Lisboa e à Faculdade de Ciências e Tecnologia que me acolheram desde a primeira hora e me permitiram não só desenvolver as minhas capacidades como pessoa, como me ofereceram todas as ferramentas para ser um excelente profissional.

Agradeço à minha família, ainda que não tão completa como no início deste projeto de vida, mas que sempre me deram o alento, a coragem, a compreensão, os valores e os princípios necessários para ser a pessoa que sou hoje. Um agradecimento à incansável Ana Gonçalves pelas inúmeras horas dispensadas a sugerir correções, pela motivação e por todo o apoio.

Um agradecimento especial aos amigos que esta casa incluiu na minha vida, se eu posso chamar “casa” a esta instituição, grande parte deve-se a vocês.

Por fim, um agradecimento ao Centro DIFERENÇAS, nas pessoas da Dra. Raquel Barateiro e Dra. Susana Martins que desde sempre depositaram confiança no meu trabalho e me orientaram na construção da ferramenta que há muito desejaram.

Resumo

O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação é o resultado de um diagnóstico aplicado a crianças que manifestem um desenvolvimento motor aquém dos níveis esperados, se considerada a idade física da criança ou as oportunidades a ela concedidas para a sua aprendizagem. Este problema afeta cerca de quatro a seis por cento das crianças em idade escolar, ou seja, desde uma fase muito precoce da vida de um indivíduo as suas capacidades de se adaptar às necessidades quotidianas estão seriamente afetadas. Por forma a reduzir o impacto causado por este transtorno, uma equipa de terapeutas do Centro DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil recolheu um conjunto variado de exercícios que permitem o estímulo de diversas áreas motoras, englobando quer a Motricidade Grosseira, quer a Motricidade Fina. No entanto, esta recolha fez-se com recurso a manuais especializados e a sua aplicação, por limitações laborais dos pais destas crianças, está restringida às consultas de acompanhamento. Uma vez que o estímulo motor deve ser feito de uma forma continuada, é necessária a existência de uma ferramenta que possa ser consultada de forma prática e acessível e que disponibilize toda a informação de como devem ser aplicados corretamente os exercícios que desenvolvam as capacidades em défice.

Este trabalho de dissertação propõe então uma solução multimédia, de fácil utilização, que permita não só a consulta de informação especializada dos exercícios a serem praticados pelas crianças, devidamente acompanhados pelos pais, mas também um jogo estimulante das capacidades motoras afetadas por este Transtorno.

Palavras-chave: Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação, Jogos Sérios, Sensor *Kinect*, Interface Natural de Utilizador.

Abstract

The Developmental Coordination Disorder is the result of a diagnosis made to children who show a motor development either below the expected levels considered adequate to their physical age or by the opportunities provided for their learning. This problem affects about four to six percent of school-age children, that is, from a very early stage of a life of an individual their ability to adapt to the daily needs is seriously concerned. In order to reduce the impact caused by this disorder, a team of therapists from “*Centro DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil*” collected a wide range of exercises that allow the stimulus of several motor areas, including both the Gross Motor Skills and Fine Motor Skills. However, this collection was made using specialized manuals and their application, by labor limitations of the parents of these children, is restricted to regular appointments. Since the motor stimulus needs to be done in a continuous manner, it is necessary to have a tool that can be found in a practical and affordable way and make available all the information about how exercises should be properly applied so they develop the capabilities in need.

This research work proposes an easy to use, multimedia solution to tackle this problem, allowing not only the consultation of specific exercises information to be practiced by children under surveillance of their parents, but also the practice of an exciting game that stimulate the motor areas affected by this Disorder.

Keywords: Developmental Coordination Disorder, serious games, Kinect Sensor, Natural User Interface.

Índice Geral

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE GERAL	V
ÍNDICE DE TABELAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 TRANSTORNO DO DESENVOLVIMENTO DA COORDENAÇÃO.....	2
1.2 JOGOS SÉRIOS.....	3
1.3 MOTIVAÇÃO	4
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.5 ESTRUTURA.....	5
2 ESTADO DE ARTE.....	7
2.1 SOLUÇÕES ATUAIS PARA O TRATAMENTO DO TRANSTORNO DO DESENVOLVIMENTO DA COORDENAÇÃO	7
2.1.1 <i>Uni_Paca_Girl</i>	8
2.1.2 <i>Kinect-O-Therapy</i>	9
2.2 INTERFACE NATURAL DE UTILIZADOR	11
2.2.1 <i>Wii Remote</i>	11
2.2.2 <i>Kinect Sensor</i>	12
2.2.3 <i>PlayStation Move</i>	14
2.2.4 <i>Leap Motion</i>	14
2.3 MOTOR DE JOGO.....	15
2.3.1 <i>Unreal Engine</i>	16
2.3.2 <i>Unity 3D</i>	16
2.3.3 <i>Kinect Software Development Kit</i>	17
3 APLICAÇÃO “APRENDER OS MOVIMENTOS”	19
3.1 ESPECIFICAÇÃO DA PROPOSTA.....	19
3.2 PROCESSO DE INTRODUÇÃO DOS DADOS NA APLICAÇÃO	22

3.3	PESQUISA DE EXERCÍCIOS.....	27
3.4	UTILIZADOR	29
3.5	JOGO “APANHA-ME SE PUDES”	32
4	VALIDAÇÃO	35
4.1	PROTÓTIPO.....	35
4.1.1	<i>Processo de introdução dos dados na aplicação</i>	<i>36</i>
4.1.2	<i>Pesquisa dos Exercícios.....</i>	<i>39</i>
4.1.3	<i>Utilizador.....</i>	<i>44</i>
4.1.4	<i>Jogo “Apanha-me se pudes”.....</i>	<i>45</i>
4.2	RESULTADOS	48
4.2.1	<i>Introdução dos dados na aplicação.....</i>	<i>49</i>
4.2.2	<i>Caracterização da amostra.....</i>	<i>50</i>
4.2.3	<i>Jogo “Apanha-me se pudes”.....</i>	<i>51</i>
4.2.4	<i>Validador de Posições.....</i>	<i>54</i>
5	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	57
5.1	CONCLUSÃO.....	57
5.2	TRABALHOS FUTUROS.....	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	ANEXO A	65
	ANEXO B	69
	ANEXO C.....	73

Índice de Tabelas

TABELA 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS IDADES ACEITES PARA AS DIFERENTES CATEGORIAS	23
TABELA 2 - ESPECIFICAÇÃO DOS DIFERENTES OBJETIVOS PARA OS NÍVEIS CORRESPONDENTES	47
TABELA 3 - RESULTADOS DO JOGO “APANHA-ME SE PUDES”	52
TABELA 4 - IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PESQUISA	55

Índice de Figuras

FIGURA 1 - JOGO UNI_PACA_GIRL.....	8
FIGURA 2 - JOGO WALKS.....	9
FIGURA 3 - KINECT-O-THERAPY.....	10
FIGURA 4 - WII REMOTE.....	12
FIGURA 5 - WII WHEEL	12
FIGURA 6 - KINECT SENSOR	13
FIGURA 7 - PLAYSTATION MOVE.....	14
FIGURA 8 - LEAP MOTION	15
FIGURA 9 - DIAGRAMA DE CASOS DE USOS.....	20
FIGURA 10 - DIAGRAMA GERAL DE CLASSES.....	21
FIGURA 11 - DIAGRAMA DA CLASSE MOVIMENTOS.....	22
FIGURA 12 - PORTÃO DE CINCO CUBOS	24
FIGURA 13 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA PARA A INTRODUÇÃO DE DADOS.....	26
FIGURA 14 - DIAGRAMA DA CLASSE PESQUISA	27
FIGURA 15 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DE PESQUISA	28
FIGURA 16 - DIAGRAMA DA CLASSE UTILIZADOR.....	29
FIGURA 17 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO INÍCIO DA APLICAÇÃO	31
FIGURA 18 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA PARA A CONSULTA DO PERFIL DE UTILIZADOR.....	32
FIGURA 19 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO JOGO.....	34
FIGURA 20 - MENU INICIAL EM MODO ADMINISTRADOR.....	36
FIGURA 21 - CRIAR NOVO EXERCÍCIO	37
FIGURA 22 - SELEÇÃO DAS ARTICULAÇÕES NO VALIDADOR DE POSIÇÕES.....	38
FIGURA 23 - APRESENTAÇÃO DO ESQUELETO COM AS ARTICULAÇÕES SELECIONADAS.....	38
FIGURA 24 - BARRA DE PESQUISA	39
FIGURA 25 - PESQUISA MOTRICIDADE GROSSEIRA.....	40
FIGURA 26 - PESQUISA MOTRICIDADE FINA	40
FIGURA 27 - RESULTADOS DE PESQUISA EM MODO ADMINISTRADOR.....	41
FIGURA 28 - RESULTADOS DE PESQUISA EM MODO UTILIZADOR	42
FIGURA 29 - PORMENOR DO BOTÃO DE REPRODUÇÃO DE VÍDEO	42
FIGURA 30 - REALCE DAS ARTICULAÇÕES NOS ESQUELETOS DO UTILIZADOR E DA REFERÊNCIA	43
FIGURA 31 – POSIÇÃO: A) INCORRETA; B) CORRETA	43
FIGURA 32 - EDIÇÃO DE PERFIS EM MODO ADMINISTRADOR.....	44
FIGURA 33 - IDENTIFICAÇÃO DAS CORES DAS ARTICULAÇÕES E ÁREAS POSSÍVEIS DE CONTER ALVOS.....	46
FIGURA 34 - IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL, VIDAS, TEMPO E PONTUAÇÃO	48
FIGURA 35 - DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DA POPULAÇÃO PARTICIPANTE.....	51

FIGURA 36 - CLASSIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE JOGO	53
FIGURA 37 - CLASSIFICAÇÃO GLOBAL DO JOGO	53
FIGURA 38 - EXERCÍCIO DE ABDUÇÃO DE OMBROS.....	55

1 Introdução

O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC), ou na literatura inglesa *Developmental Coordination Disorder* (DCD), é o resultado de um diagnóstico aplicado a crianças cuja aquisição e execução de capacidades motoras se encontra quer abaixo dos níveis adequados à sua idade, quer às oportunidades de aprendizagem destas. Estima-se que o número de crianças afetadas por este transtorno seja de quatro a seis por cento de todo o universo de crianças em idade escolar [1].

O TDC é uma das diversas áreas abordadas no Centro de Desenvolvimento Infantil DIFERENÇAS, assim designado a partir de janeiro de 2004, sendo uma unidade autónoma da Associação Portuguesa de Portadores de Trissomia 21 (APPT21), organizando-se em quatro setores (Neurodesenvolvimento, Genética e Neuropediatria, Saúde Mental e Comportamento, e por fim, Setor Social). Este centro destaca-se pela sua diversidade, sendo um dos mais criativos e avançados centros de desenvolvimento da Europa, graças à multidisciplinariedade dos profissionais que nele trabalham.

Existe, contudo, um problema bastante singular no que respeita ao TDC. Este foi identificado pelos terapeutas do Centro DIFERENÇAS e prende-se com a inexistência de material para o ensino de técnicas estimulantes das capacidades motoras em formato digital, estando portanto circunscrito a vários livros técnicos. Como tal, é necessário uma permanente deslocação das crianças ao Centro DIFERENÇAS para a aplicação da terapêutica. Como qualquer tratamento, é necessário um acompanhamento continuado, neste caso, é necessário que a criança continue a executar os exercícios para a correta aquisição das técnicas. No entanto, dada a sua ocupação profissional, os pais dispõem de pouco tempo para praticar com os filhos as estratégias aprendidas no centro, podendo até realizar as mesmas de forma errada.

1.1 Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação

O Transtorno de Desenvolvimento da Coordenação teve associado a si diversas designações ao longo do último século, alterando-se consoante as origens culturais ou profissionais. Enquanto este transtorno era definido por médicos como Síndrome de Criança Desajeitada, já os profissionais de educação utilizavam termos como Crianças mal Coordenadas. Numa tentativa de uniformização da designação, foi definido em 1994, por um conjunto internacional multidisciplinar de participantes, a utilização do termo Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação, descrito em *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition* (DSM-IV) [2]. Em 2013, foi publicada a quinta edição do livro com o mesmo nome (DSM-5) [3], onde se encontra um conjunto de critérios mais atuais e desenvolvidos para a caracterização e identificação deste transtorno. Desta forma, como descrito em DSM-5, os critérios para uma criança ser diagnosticada com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação são:

1. Aquisição e execução de capacidades motoras abaixo do nível espectável, considerando a idade cronológica e as oportunidades de aprendizagem e uso. As dificuldades manifestam-se como desajeito (são exemplos o tropeçar ou deixar cair involuntariamente objetos), a lentidão e a pouca precisão de tarefas motoras, tais como escrita manual ou uso da tesoura;

2. O défice das capacidades motoras - interfere significativamente ou de forma persistente quer em atividades quotidianas adequadas à idade cronológica do paciente, quer na produtividade académica ou profissional;

3. Os sintomas tendem a revelar-se nos primeiros períodos de desenvolvimento do paciente (idade escolar);

4. O défice das capacidades motoras não se deve a incapacidade intelectual ou visual e não pode ser associado a uma condição neurológica (paralisia cerebral, distrofia muscular ou doença degenerativa).

Nos últimos 40 anos, foram desenvolvidos uma série de tratamentos. Estes podem dividir-se, de forma geral, em duas categorias: tratamentos orientados a processos e tratamentos orientados ao cumprimento de tarefas. Um dos mais conhecidos tratamentos orientados a processos é a terapia de integração sensorial. Contudo, apesar da sua popularidade, os resultados obtidos entre 1995 e 2011 foram fracos.

Devido às limitações inerentes a estes tratamentos, a sua aplicação foi recomendada pela *European Academy of Childhood Disabilities* (EACD). Assim, o processo

recomendado passa por identificar tarefas nas quais a criança demonstra dificuldades, definir um conjunto de objetivos graduais a ultrapassar e, de acordo com o progresso da criança, impor uma maior ou menor dificuldade nos exercícios [4].

1.2 Jogos Sérios

O termo “Jogos Sérios” é uma tradução literal do inglês *Serious Games*. Este termo define um *software* ou *hardware* desenvolvido com diversos objetivos, dos quais se destacam a educação e o treino dos utilizadores, para que estes desenvolvam diversas competências (físicas ou mentais) de uma forma divertida. Os jogos sérios podem dividir-se em várias categorias, tais como: *advergaming*, *simulation games*, *games for health*, *exergaming*, entre outros.

Por conseguinte, para este projeto, será criada uma ferramenta que servirá de apoio aos pais com crianças com TDC, a qual contará, por sua vez, com um jogo para que as mesmas possam desenvolver as suas aptidões. Desta forma, abordar-se-ão as categorias *games for health* e *exergaming*, as quais englobam os jogos desenvolvidos com sentido à reabilitação e jogos usados sob a forma de exercício, respetivamente.

A aplicação dos jogos sérios como terapia foi estudada obtendo-se resultados promissores [4]. A diferença mais significativa entre jogos sérios e exercícios tradicionais foi a capacidade dos primeiros conseguirem estimular de forma implícita os requisitos motores para o cumprimento de determinadas tarefas. Esta capacidade de aprendizagem implícita deve-se ao facto da prática destes jogos ser feita sem instruções formais, dotando assim a criança de uma capacidade de análise de requisitos fundamentais para a prática do jogo. Todavia, prova-se que os tratamentos orientados ao cumprimento de tarefas são mais eficazes que os jogos sérios [5]. No entanto, por ser o único estudo encontrado a comparar ambas as técnicas, não podem ser retiradas conclusões definitivas.

A temática de jogos sérios foi abordada em vários projetos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, dos quais se destacam a construção de um jogo sério para educar estudantes de medicina na execução de exames neurológicos [6] e ainda um jogo sério que permite a aprendizagem de língua gestual por parte de pessoas não surdas [7].

1.3 Motivação

O Transtorno de Desenvolvimento da Coordenação tem inúmeras consequências na vida de uma pessoa, das quais se destacam a participação em atividades da vida diária, sendo esta participação definida pelo *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) como o envolvimento de um sujeito nestas atividades [8]. No caso de atividades motoras, englobam-se as atividades da vida diária (lavar os dentes, vestir-se, escrita, entre outras), desportos ou atividades de lazer que exijam capacidades motoras. A participação não é exclusivamente o tempo dedicado a estas tarefas, mas também a capacidade de perceção dos requisitos para o correto cumprimento das mesmas, bem como a motivação para as realizar [9].

Deste modo, tendo em conta estas limitações, é expectável uma baixa participação em atividades escolares, fraca capacidade analítica e crítica, fraca integração no meio escolar e, em casos mais extremos, o desenvolvimento de doenças tais como obesidade. Isto configura um ciclo vicioso, no sentido em que um défice de capacidades motoras leva a uma fraca adesão aos exercícios que as estimulem e, consequentemente, numa redução das oportunidades para a aquisição das mesmas. Em adição, apesar da extrema importância do exercício, é necessário que a participação em atividades seja complementada com outros fatores, nomeadamente a aprendizagem autónoma através da prática e a capacidade de resolução de problemas. Neste sentido, dado a TDC ser uma área pouco desenvolvida a nível digital (solução que passaria a conferir uma aprendizagem mais autónoma), o apoio a este problema não só é um fator importante, como um ato de responsabilidade social por pretender autonomizar a vida destes indivíduos. A preocupação por este problema transforma-se assim numa tentativa de progresso e inovação na vida destas pessoas.

1.4 Objetivos

Tendo em vista a possibilidade de conferir uma maior autonomia, um aumento das capacidades motoras de crianças com TDC e o objetivo de solucionar a inexistência de um suporte digital que lhes permita tudo isso, idealizou-se uma aplicação de apoio a esta questão, a qual deu origem a este trabalho. Desta forma, pretende-se com esta dis-

sertação fornecer uma ferramenta com a capacidade de conter toda a informação necessária à correta aplicação das técnicas promotoras das capacidades motoras das crianças, sendo ao mesmo tempo, portátil o suficiente para permitir aos pais destas crianças o acesso à informação em qualquer lugar.

A proposta apresentada será implementada no motor de jogo *Unity3D*, podendo este dividir-se em duas componentes distintas, porém complementares:

1) A **primeira componente** contém a informação recolhida pelos terapeutas (Dra. Raquel Barateiro e Dra. Susana Martins), possibilitando a aprendizagem de mais de 300 etapas motoras importantes, sendo que a cada uma destas está associado um vídeo demonstrativo e um conjunto de estratégias. O número de estratégias pode variar de cinco a oito, constituindo um importante acompanhamento, passo-a-passo, para atingir o objetivo final da etapa;

2) A **segunda componente** foca-se na consolidação da aprendizagem das capacidades motoras através da prática de jogos sérios. Esta componente está organizada por vários níveis, cada um dos quais reflete um objetivo motor. Através da utilização do sensor *Kinect*, pretende-se que a criança apanhe um conjunto de bolas, em posições estrategicamente definidas pelos terapeutas, de modo a adquirir as capacidades necessárias ao domínio do objetivo motor em causa.

1.5 Estrutura

O documento está dividido em cinco capítulos distintos, sendo a sua estrutura identificada em seguida:

- **Capítulo 2:** análise do estado de arte atual das ferramentas disponíveis para a criação da proposta apresentada, bem como uma breve discussão da melhor solução encontrada para o problema em causa;

- **Capítulo 3:** encerra a solução encontrada, apresentando de uma forma conceptual o modelo encontrado para a satisfação dos requisitos funcionais identificados;

- **Capítulo 4:** valida o modelo proposto através da realização de testes e consequente análise de resultados;

- **Capítulo 5:** capítulo final onde se apresentam as conclusões retiradas sobre o trabalho efetuado, bem como uma visão futura para possíveis desenvolvimentos deste trabalho.

2 Estado de Arte

Neste capítulo abordar-se-ão as soluções existentes para crianças com TDC. Inicialmente será apresentado a forma como esta doença é diagnosticada, tal como as soluções tradicionais para o seu tratamento e, posteriormente, serão expostos os dois recursos tecnologicamente mais avançados para treinar as habilidades destas crianças. Por sua vez, já no final do capítulo, demonstrar-se-ão dois programas que permitem a criação da aplicação desenvolvida ao longo deste projeto, explicando o que levou à escolha de um em detrimento do outro. A par desta demonstração, é referido o material necessário para integrar as interfaces de recolha de dados nestes programas e mencionado qual a interface mais indicada (e que será utilizada) para melhor auxiliar os indivíduos com TDC, possibilitando uma interação mais natural do utilizador com o programa.

2.1 Soluções atuais para o tratamento do Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação

A avaliação da criança com presumível TDC pode ser feita pelos pais da mesma respondendo ao questionário de referência *The Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007* (DCDQ'07) [10]. Este questionário baseia-se na observação do comportamento da criança em estudo face a outra criança, da mesma idade, mas com um comportamento motor normal. Através de um sistema de pontos e atendendo à idade da criança em estudo, é possível fazer um despiste precoce do TDC. Apesar dos pais, pelo contato permanente com a criança, serem os mais capazes de responder a este questionário, a opinião de um especialista deve sempre ser tida em consideração.

Uma vez identificada a TDC na criança, os especialistas utilizam os livros [11] e [12], para proceder ao estímulo das capacidades motoras adequadas à idade física da mesma. Estes livros englobam uma série de exercícios explicando detalhadamente co-

mo proceder como terapeuta e o que deve ser obtido como resposta por parte do paciente.

2.1.1 Uni_Paca_Girl

Outras abordagens, tecnologicamente mais avançadas, foram já estudadas. Em [13], utilizando a abordagem *Kinems* [14], foi desenvolvido o jogo *Uni_Paca_Girl*. A abordagem *Kinems* baseia-se num método personalizado de ensino para crianças com múltiplas dificuldades de aprendizagem (autismo, TDC, dislexia, discalculia e défice de atenção com hiperatividade) através de jogos que utilizam o sensor *Kinect*. Pelo facto das crianças interagirem naturalmente com os jogos através das mãos ou movimentos corporais, estes podem ser desenvolvidos tendo em conta esta interface natural de interação, aumentando assim a motivação, concentração e o prazer da criança em jogar estes jogos.

O *Uni_Paca_Girl* (figura 1) é uma adaptação do tradicional jogo *Packman*, onde se pede à criança para recolher um conjunto de objetos, dispostos numa trajetória definida (com componente vertical, horizontal e diagonal), sem tocar nas margens do caminho, através do movimento da mão. A recolha do movimento da mão é feita com um sensor *Kinect*. Por conseguinte, ao terapeuta são dadas as possibilidades de estabelecer tempos limite de conclusão do percurso, o seu nível de dificuldade e ainda diferentes topologias do mesmo.

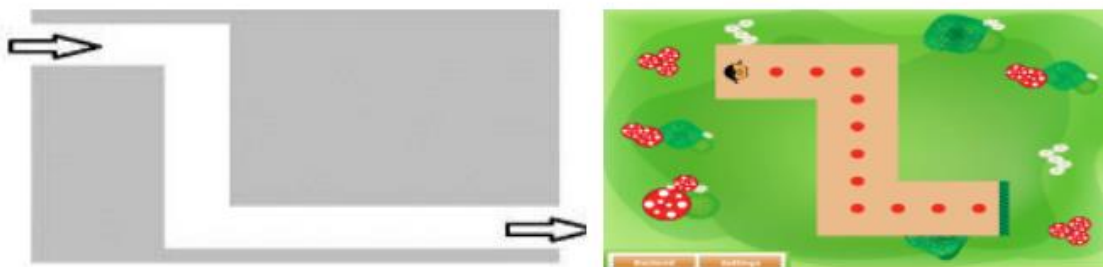


Figura 1 - Jogo Uni_Paca_Girl

Curiosamente, os resultados deste jogo foram de tal forma promissores que a equipa desenvolveu um novo jogo, denominado *Walks* (figura 2) [15]. Neste novo jogo, o utilizador é um agricultor que tem de colher um conjunto de cenouras no menor tempo possível, evitando em simultâneo, algumas cobras e minhocas que se atravessam no seu caminho.

De um modo geral, através da prática destes jogos, pretende-se estimular a atenção, a coordenação óculo-manual e os reflexos.



Figura 2 - Jogo Walks

2.1.2 Kinect-O-Therapy

Uma outra abordagem [16], desenvolveu uma ferramenta complementar de reabilitação motora. Esta ferramenta tem o nome de *Kinect-o-Therapy* e destina-se a pessoas com imparidades motoras derivadas de paralisias cerebrais, lesões da espinal medula, acidentes vasculares cerebrais ou doenças musculares hereditárias que afetem os músculos motores. Assim, apesar de não ser especificamente desenhada para TDC, é um estudo a considerar pois, durante a investigação, pôde apreender-se que a utilização do *Kinect* é uma constante nos jogos que pretendem melhorar as capacidades motoras e cognitivas de um indivíduo, seja a nível de imparidades motoras ou do Transtorno de Desenvolvimento da Coordenação, visto que, a mobilidade e o alcance dos movimentos estão seriamente afetados em ambos os casos. Desta forma, o *Kinect* é uma ferramenta necessária tanto ao *Uni_Paca_Girl*, por exemplo, como aos seguintes jogos (figura 3):

- **Shoulder Abduction:** Esta rotina de exercícios foi desenhada para desenvolver o ângulo de abdução do ombro do paciente. Através da reprodução inicial de um vídeo, é demonstrada a forma correta e incorreta de realizar o exercício. Em seguida, o paciente deve levantar o braço, de modo a que este fique alinhado com o ombro, não devendo ultrapassar alguns limites definidos;

- **Balloon Pop:** Este exercício ajuda o paciente a aumentar a estabilidade da mão e a coordenação óculo-manual no plano X-Y. O objetivo deste jogo é rebentar o maior

número de balões possível no menor tempo possível. Quando todos os balões são rebentados, passa-se automaticamente ao próximo nível, onde é pedido o rebentamento de balões mas de uma cor específica;

- **Path Follower:** Este exercício aumenta o equilíbrio e a coordenação do andar. É requerido ao paciente para andar numa linha reta na direção do sensor *Kinect*. Ao tocar no ponto de início, o ecrã passa de verde a amarelo, caso o paciente se desvie do caminho correto, o ecrã fica vermelho. Quando termina, ao chegar ao ponto final, é carregado um novo nível com um caminho em ziguezague;

- **Play Along:** Este exercício requer a presença de duas pessoas por forma a ambas realizarem o mesmo exercício de uma forma coletiva. É especialmente útil quando uma das pessoas não apresenta qualquer tipo de deficiência, sendo portanto um estímulo para a segunda pessoa, imitar o que a primeira faz.



Figura 3 - Kinect-O-Therapy

Assim, como se pode verificar, quer para a TDC, quer para outras doenças semelhantes, o *Kinect* é uma solução válida para a conceção de jogos que tenham como objetivo aumentar as aptidões deste tipo de indivíduos. De tal forma que, após a apresentação do *Kinect-o-Therapy* e dos seus respetivos jogos, os resultados surgiram na forma de grande entusiasmo para com esta ferramenta. O sensor *Kinect* é um instrumento que pode ser instalado e ligado ao computador, tal torna-o benéfico, na medida em que, atualmente, passou a proporcionar a prática *online* destes exercícios [17].

2.2 Interface Natural de Utilizador

Ambas as soluções apresentadas anteriormente utilizam o sensor *Kinect* como interface natural de utilizador. Derivado do termo inglês *Natural User Interface* (NUI), a NUI designa o tipo de interface desenhado para que a interação “homem-máquina” seja o mais natural possível, simulando mesmo a inexistência da mesma.

Existem diversos exemplos de NUI, muitas delas presentes na vida quotidiana do cidadão comum, por exemplo: o *TouchScreen*. Através da utilização de uma superfície sensível ao toque, o utilizador consegue realizar um conjunto de operações sobre uma máquina (por exemplo um *Tablet*), sem que sejam necessários os tradicionais métodos de *input* (rato ou teclado). No que aos jogos concerne, existe uma tendência de evolução, no sentido de basear a experiência de jogo numa maior interação entre o utilizador e o próprio jogo, isto é, transmitindo ao indivíduo uma ideia de maior inclusão e movimento pois, para que este participe é necessário movimentar-se. Como podemos observar no nosso dia-a-dia, diversos jogos e NUI's têm sido desenvolvidos para estimular uma nova experiência de jogo ao utilizador, é o caso dos jogos criados para as consolas com maior quota de mercado, como a *Wii* da Nintendo, a *Xbox* da Microsoft e a *PlayStation* da Sony.

2.2.1 Wii Remote

Lançado em 2006, o comando *Wii Remote* (figura 4) foi o primeiro, das consolas com maior quota de mercado, a ser introduzido no mundo dos jogos. O seu funcionamento baseia-se no movimento da mão do jogador. Com três acelerómetros embutidos no comando, auxiliado por um sensor de infravermelhos, a experiência de utilização aproxima-se bastante da manipulação de um rato no ar. Tem ainda um conjunto de botões que permite realizar as operações que tradicionalmente se realizavam com os comandos padrão.



Figura 4 - Wii Remote

A sua enorme versatilidade permite integrar este comando num inúmero conjunto de acessórios, para que a experiência de jogo seja o mais aproximada da realidade, como seja integrar o comando num volante (*Wii Wheel*), simulando a experiência de condução real (figura 5).



Figura 5 - Wii Wheel

2.2.2 Kinect Sensor

O *Kinect Sensor* foi desenvolvido pela Microsoft para a consola *Xbox 360* e *Xbox One*. Lançado em 2010, o *Kinect Sensor* veio revolucionar o mercado das NUI, dado que o seu funcionamento assenta num pensamento de interação “homem-máquina” sem qualquer tipo de controlador.

Um sensor *Kinect* está equipado com cinco recursos distintos (figura 6):

1. **Câmara RGB (Red, Green, Blue)** – permite o reconhecimento facial do jogador;
2. **Sensor de Profundidade (Infravermelho)** – faz o varrimento do ambiente que rodeia o jogador, permitindo uma identificação a três dimensões de

tudo o que está em redor deste. Permite ainda, detetar movimentos em qualquer eixo (vertical, horizontal e profundidade);

3. **Microfone embutido** – Utilizando um conjunto de quatro microfones, o sensor *Kinect* é capaz de detetar várias pessoas diferentes numa sala, distinguindo-as do ruído de fundo;
4. **Processador e *software* (*firmware*) próprios;**
5. **Deteção de 48 pontos de articulação do corpo humano.**

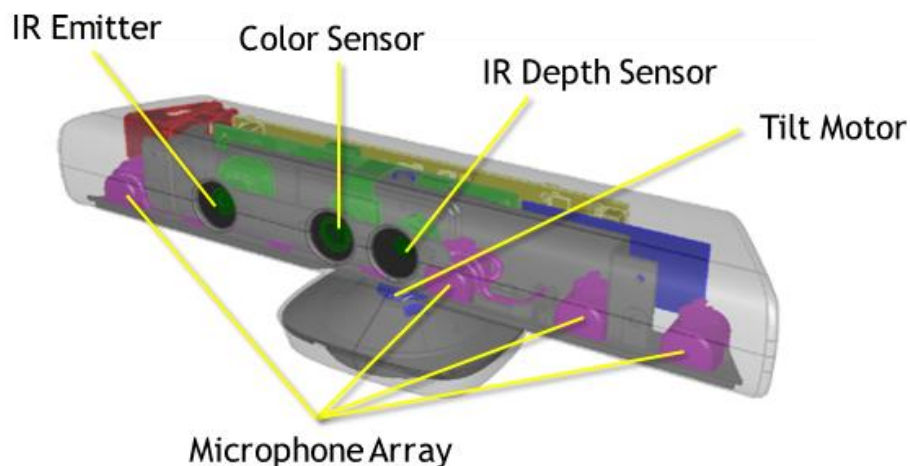


Figura 6 - Kinect Sensor

O reconhecimento do corpo por parte do sensor *Kinect* pode ser descrito em dois passos: o primeiro serve-se da utilização de uma luz estruturada para recolher um mapa de profundidade do ambiente que rodeia o corpo do jogador e o segundo utiliza algoritmos de aprendizagem para identificar as posições realizadas pelo mesmo.

O mapa de profundidade é obtido através da utilização de luz infravermelha, a qual é projetada numa superfície criando um padrão conhecido. Analisando a interferência registada neste padrão é possível reconhecer diferentes partes do corpo. Assim, para permitir um melhor reconhecimento destas interferências, o sensor *Kinect* utiliza, em complemento da luz infravermelha, um conjunto de microfones nele embutido. Uma vez reconhecido o mapa de profundidade, são utilizados algoritmos de florestas de árvores de decisão treinados com mais de um milhão de exemplos (quanto maior o número de exemplos, mais preciso o algoritmo). Desta forma, com a associação dos resultados provenientes do mapeamento da profundidade a diferentes partes do corpo, é possível fornecer uma representação virtual das diversas articulações do jogador.

2.2.3 PlayStation Move

Apresentado na feira anual de jogos *Electronic Entertainment Expo* (E3), a mais importante feira internacional no que aos jogos diz respeito, em 2009, o controlador *PlayStation Move* foi a opção mais recente a entrar no mercado (setembro de 2010). O seu *design* e funcionamento é em tudo semelhante ao *Wii Remote*, ou seja, baseando-se no movimento do comando (captado pela *PlayStation Eye Camera*), o utilizador envia as instruções à consola para que esta atue sobre o personagem controlado pelo utilizador. No topo superior do comando existe uma bola cuja cor varia consoante o ambiente físico em que o jogador se encontra. Esta cor é seleccionada pelo sistema por forma a ser facilmente distinguível e, consequentemente, por ser possível a deteção dos movimentos do comando pela câmara. O controlador *PlayStation Move* (figura 7) utiliza ainda três acelerómetros lineares e três giroscópios para detetar a rotação e movimento global do comando, sendo complementado pelos tradicionais botões existentes nos restantes controladores *PlayStation*.



Figura 7 - PlayStation Move

2.2.4 Leap Motion

Dos dispositivos de interação “homem-máquina” aqui demonstrados, o *Leap Motion* (figura 8) é o mais recente a chegar ao mercado (julho de 2013). No que respeita às dimensões, este controlador é o mais pequeno de todos os que até aqui foram apresentados. O *Leap Motion* tem apenas uma ligação *Universal Serial Bus* (USB) e, com duas câmaras de profundidade e três *Light Emission Diode's* (LED's) de infravermelhos, cria uma semiesfera por cima desta interface, transportando para o software tudo o que a interseta.



Figura 8 - Leap Motion

Segundo [18], a consola mais utilizada em centros de terapia para crianças com necessidades especiais é a consola *Wii*. No entanto, pela necessidade de apontar o comando e, em simultâneo, carregar em botões específicos, as crianças, já por si com dificuldades na concentração e coordenação motora, tendem a enganar o sistema, segurando o comando ou com a mão menos afetada, ou com ambas as mãos, cancelando assim a eficácia do exercício. Tal como o *Wii Remote*, o *PlayStation Move* terá o mesmo problema, desta forma, a solução passa por um sistema sem comandos, ou seja, o *Kinect Sensor* ou o *Leap Motion*. Apesar deste último ser, a nível da deteção de mãos, o mais preciso, fica claramente limitado quando se tenta captar o corpo do jogador na sua totalidade (as dimensões da semiesfera são demasiado pequenas face às necessárias para detetar o corpo todo). Assim, o sensor *Kinect* será o dispositivo de referência para ser utilizado na solução a desenvolver, pois permite uma completa deteção corporal.

2.3 Motor de Jogo

Um motor de jogo, tradução livre do termo inglês *GameEngine*, é um *software* que coloca ao dispor do programador um vasto conjunto de bibliotecas e ferramentas de modo a permitir, de uma forma simplificada e abstrata, a criação de um jogo. Deste modo, aproveita-se os recursos deste *software*, dos quais se destacam o motor gráfico, o motor físico e o suporte a uma linguagem de *script*. O motor gráfico permite o tratamento de gráficos a duas e/ou três dimensões e, por sua vez, o motor físico permite aplicar forças físicas aos objetos e detetar colisões entre eles. Por conseguinte, em relação ao suporte a uma linguagem de *script*, o programador consegue captar o interesse

do utilizador, de modo a que este cumpra os objetivos para os quais o jogo foi desenhado.

Desta forma, sendo necessária a utilização de um *GameEngine* para o desenvolvimento da aplicação proposta nesta dissertação, analisam-se em seguida os *softwares* que mais se destacam nesta área.

2.3.1 Unreal Engine

O *Unreal Engine*, desenvolvido pela empresa Epic Games em 1998, está atualmente na versão 4.10 (novembro 2015). Trata-se de um *software* que permite a criação de jogos em duas ou três dimensões, destacando-se claramente da concorrência (*Unity3D*) no que à qualidade dos gráficos a três dimensões diz respeito. Utilizando como linguagem de programação C++, foi a base de alguns jogos muito populares, dos quais se destaca o seu mais recente trabalho, lançado o ano passado, *Mortal Kombat X*, um jogo galaradoado com três dos prémios mais importantes para a comunidade *gamer* e, não obstante, premiado com ótimas críticas, tanto pela imprensa generalista, como pelas revistas da especialidade. A título de exemplo, *The Wall Street Journal* [19], aponta *Mortal Kombat X* como um dos jogos mais vendidos do ano, “tendo vendido mundialmente mais de cinco milhões de cópias”. Deste modo, não é de estranhar o facto de ter arrecadado os prémios *The Game Awards 2015*, *IGN Best Of 2015* e *Game Informer Best Of 2015 Awards*, como melhor jogo de luta.

Inicialmente, o *Unreal Engine* estava disponível mediante o pagamento de uma mensalidade de \$19 e uma percentagem vitalícia (5%) sob a venda de qualquer produto aqui desenvolvido. Todavia, em fevereiro de 2015, este produto passou a ser completamente grátis, cobrando somente a percentagem vitalícia.

2.3.2 Unity 3D

O *Unity3D* é outro *GameEngine* bastante popular. Criado pela Unity Technologies e lançado em 2005 (exclusivamente para o universo Apple), encontra-se atualmente na versão 5.0 (março de 2015) também disponível para utilizadores Windows. No que respeita às linguagens de programação, o *Unity3D* tem um maior leque de opções como C#, Boo e Javascript. Sem embargo, a sua política de utilização é em tudo semelhante à do *Unreal Engine*, isto é, existe uma componente grátis e uma componente paga (\$75 por mês), passando a sua diferenciação pelo acesso aos recursos disponibilizados pelo *software*.

Neste sentido, o *GameEngine* escolhido para o desenvolvimento da aplicação foi o *Unity3D*. Nesta escolha pesou a familiaridade com a linguagem de programação C#, a capacidade de exportar a solução implementada para múltiplas plataformas (*Tablets* ou *Smartphones*) e ainda, a vasta quantidade de tutoriais disponíveis gratuitamente e bastante aprofundados sobre todas as funções do *software*. O *Unity3D* é também utilizado na disciplina de Tecnologias de Jogos Digitais, no plano curricular do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, sendo por isso um *software* que permite a integração de futuros projetos na aplicação desenvolvida.

2.3.3 Kinect Software Development Kit

Um Kit de Desenvolvimento de Software, *Software Development Kit* (SDK), é um conjunto de documentação e código que as empresas disponibilizam para que o programador consiga desenvolver as suas aplicações utilizando os recursos destas.

Para o desenvolvimento da solução proposta, foi necessária a obtenção do SDK do *Kinect* compatível com o *Unity3D*. Desta forma, consultando [20], descarregou-se um pacote cujo conteúdo inclui um esqueleto (formado por um conjunto de 20 esferas) e os *scripts* necessários para obtenção das imagens de profundidade e de cores do sensor, bem como a posição espacial de cada articulação detetada pelo sensor, traduzindo assim o movimento do utilizador por conjuntos de coordenadas a três dimensões.

O esqueleto fornecido por este SDK é o resultado do tratamento dos dados obtidos diretamente pelo sensor *Kinect*, os quais foram convertidos em objetos passíveis de serem utilizados no *software* de construção do jogo, ou seja, pelo *Unity 3D*.

3 Aplicação “Aprender os Movimentos”

A falta de uma ferramenta portátil e em suporte digital com capacidade de compilar toda a informação para a correta aplicação de técnicas que desenvolvam as aptidões das crianças com TDC, permitindo aos pais o acesso à informação em qualquer lugar, fez com que passasse a ser necessário intervir e desenvolver uma solução de apoio a esta realidade.

Assim, a proposta desta dissertação é a criação de uma solução, sob a forma de uma aplicação, capaz de apresentar a informação recolhida pelos terapeutas do Centro DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil, para que os pais de crianças com TDC consigam dar continuidade aos exercícios praticados nas consultas. Para além da apresentação desta informação, foi construído um jogo que pretende estimular as capacidades motoras dos utilizadores de modo atrativo e divertido, visto também não existir nenhuma ferramenta que combine a informação com os exercícios práticos/jogos.

Como tal, neste capítulo será apresentado, de forma concetual, o modelo que permitiu o desenvolvimento da solução proposta, abordando-se todas as especificações necessárias à construção da mesma.

3.1 Especificação da proposta

Inicialmente fora referido pelos terapeutas do Centro DIFERENÇAS que, devido às actividades profissionais, poucos são os pais que dispõem de tempo suficiente para poderem prestar o apoio terapêutico necessário aos seus filhos. Assim, sentiu-se a necessidade de criar uma ferramenta “prática, atrativa e de fácil manuseamento, para que os pais e os técnicos pudessem dar continuidade aos objetivos propostos na área da motricidade” (Anexo A, página 61).

Esta ferramenta deverá ser construída num *software* que permita a integração de uma componente teórica (representada pelo conjunto de exercícios recolhidos pelos terapeutas) e uma segunda componente representada sob a forma de um jogo que permite complementar os exercícios teóricos com o divertimento inerente à prática de um jogo. Sendo a primeira componente desta solução uma base de dados com informações técnicas de exercícios com que os pais irão estimular os seus filhos, será importante definir as duas entidades que podem interagir com a aplicação. Por um lado é necessária a existência de um administrador, cuja função visa manter a integridade da ferramenta, quer isto dizer que esta entidade é o responsável pela introdução e gestão dos dados na aplicação, leia-se exercícios, bem como a manutenção dos perfis de utilizador. Este utilizador representa a segunda entidade que poderá interagir com a ferramenta. A este deve ser concedida a permissão da consulta dos exercícios constantes na aplicação e ainda o acesso ao jogo implementado. Dado que a informação apresentada ao utilizador se pode fazer com um *layout* diferente do que a mostra ao administrador, este deve ainda conter todos os acessos concedidos ao utilizador. Esta atribuição de acessos encontra-se esquematizada na figura 9. Num primeiro instante o acesso à aplicação é feito de forma idêntica (utilizador geral), sendo que a diferenciação ocorre se este utilizador utilizar a combinação de teclas que lhe confere permissões administrativas, caso contrário, o acesso à aplicação passará a ser feito como utilizador registado. Caso não haja registo de utilizador (através de um identificador único), deverá ser apresentado uma opção que permita este novo registo.

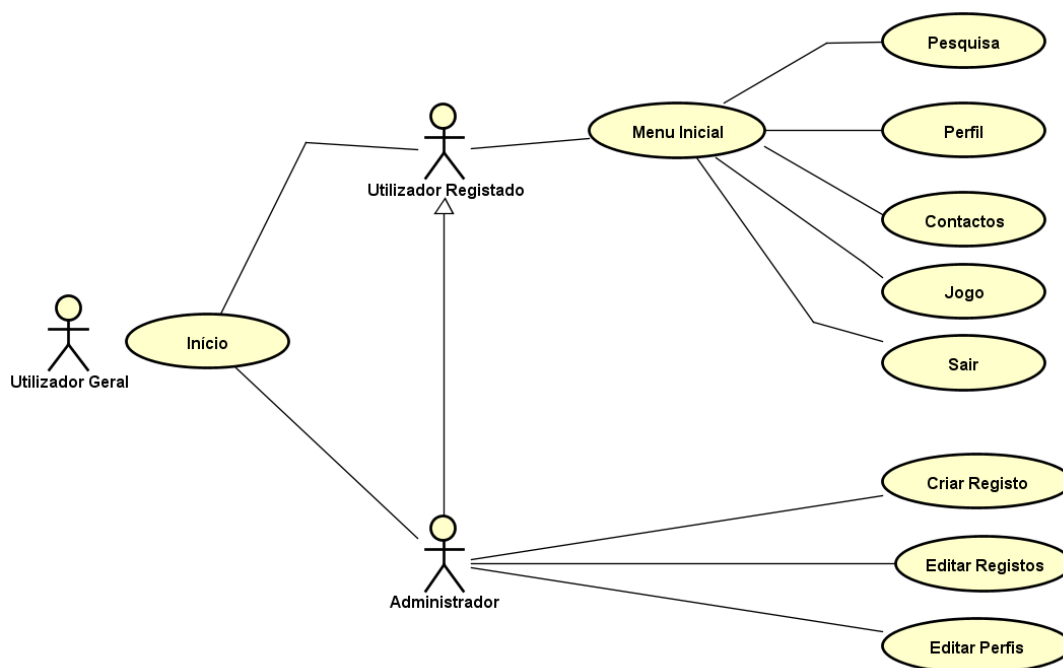


Figura 9 - Diagrama de Casos de Usos

A figura 10 apresenta um diagrama geral de classes, permitindo identificar todos os módulos necessários às duas componentes da aplicação (**Informação e Jogo**). A primeira componente, a **Informação**, deverá conter a introdução dos dados, a pesquisa dos mesmos e ainda todos os dados correspondentes ao utilizador. Cada opção desta primeira componente será acedida por via de uma interface da aplicação, sendo o conteúdo nela incluído adaptado a cada situação. Para ser possível a criação das diferentes entidades, é necessário haver uma validação da informação introduzida através de um conjunto de regras adequadas a cada situação por forma a garantir o efeito desejado. Ambos os conjuntos de regras como as entidades serão descritos em maior pormenor ao longo deste capítulo. As três entidades chave desta componente são o **Movimento**, a **Pesquisa** e o **Utilizador**, sendo cada uma delas representada por um conjunto de atributos melhor descritos nos sub-capítulos seguintes.

A segunda componente da aplicação é um **Jogo** que pretende o estímulo das capacidades motoras dos utilizadores. À semelhança da componente anterior, é também necessária a interação com a aplicação através de uma interface, sendo que todos os movimentos efetuados serão processados pelo sensor *Kinect* e, uma vez validados, a entidade “**Jogo**” definirá o comportamento adequado, descrito em maior detalhe no final deste capítulo.

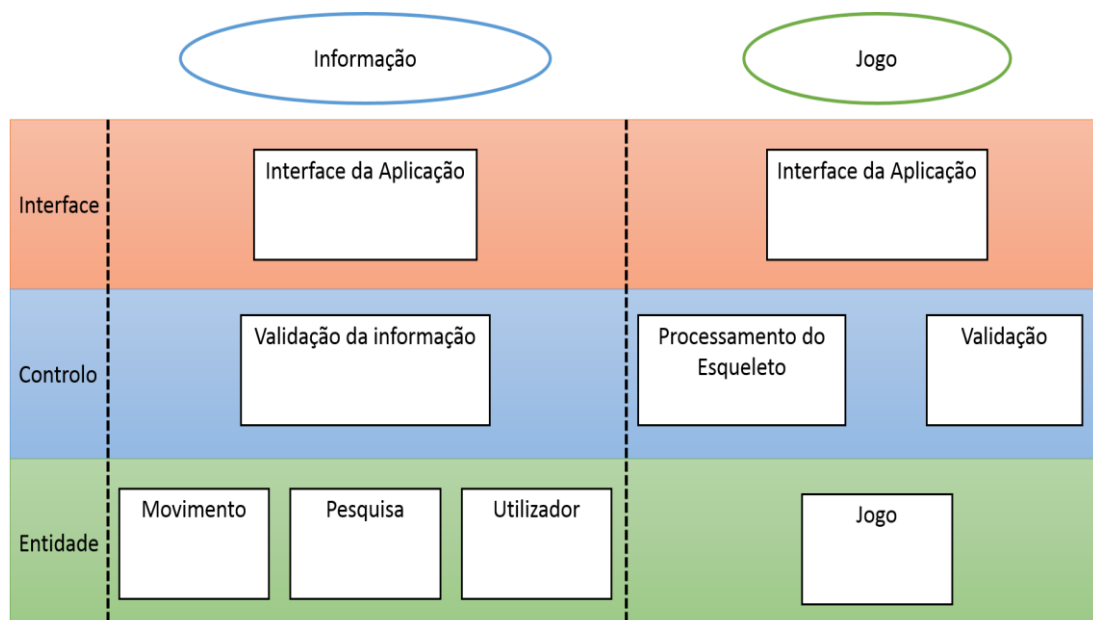


Figura 10 - Diagrama Geral de Classes

3.2 Processo de introdução dos dados na aplicação

Analisando os documentos nos quais os terapeutas registaram as informações de cada exercício, foi possível identificar um conjunto de campos comuns. Posto isto, será indispensável a existência de uma classe, designada de “**Movimento**” (figura 11), composta por 32 campos de texto, duas listas de texto e duas listas de coordenadas (X,Y,Z).



Figura 11 - Diagrama da classe Movimentos

Esta classe será a entidade responsável por fazer a transição da informação do nível físico para o nível digital, ou seja, para cada exercício no papel será criada uma instância do tipo “**Movimento**”, para que toda a informação no primeiro conste no segundo. Para além da identificação dos campos comuns a todos os exercícios, continua a ser importante especificar quais as informações corretas que estes podem ter. Esta especificação advém da necessidade de organizar as categorias disponíveis pelas respetivas áreas de motricidade. Da mesma forma, será essencial definir as idades permitidas para cada categoria, visto existir uma diferenciação dos exercícios adequados a cada faixa etária. Em seguida, apresentam-se as especificações referidas:

1. Área – Identifica a área da Motricidade Grosseira (MG) ou Motricidade Fina (MF) à qual o exercício se destina;

2. Categoria – Cada área da motricidade pode ser dividida em categorias. A Motricidade Grosseira subdivide-se em Reflexos (Ref), Equilíbrio (Eq), Transferência de Peso (TP), Locomoção (Loc) e Receção e Propulsão de Objetos (RPO); a Motricidade Fina é subdividida em Agarrar (Aga), Manipular (Man), Coordenação Óculo-Manual (COM) e Destreza (Des);

3. Idade – Especifica a idade, em meses, para a qual o exercício se destina. O intervalo de idades pode variar de categoria para categoria (ver tabela 1);

Tabela 1 - Identificação das Idades aceites para as diferentes Categorias

Área	Categoria	0	2	4	6	8	10	12	15	18	24	30	36	42	48	54	60	72
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1	3	5	7	9	11	14	17	23	29	35	41	47	53	59	71	83
MG	RPO	X	X	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Eq	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Loc	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	TP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓
	Ref	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MF	Aga	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	X	X	X	X
	COM	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Man	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X
	Des	X	X	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4. Materiais – Indica quais os materiais necessários para a realização do exercício;

5. Descrição – Identifica de forma geral o objetivo do exercício;

6. Objetivo – Especifica o objetivo do exercício;

7. Imagem – Ilustra, para alguns objetivos, a colocação pretendida dos materiais usados. Um exemplo é a construção de um portão com cinco cubos, como se pode verificar na figura 12;

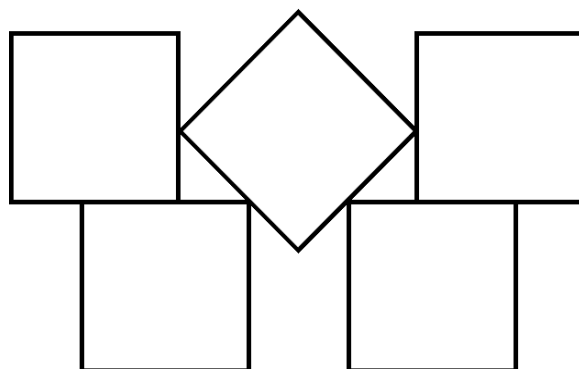


Figura 12 - Portão de cinco cubos

8. Estratégia (1-8) – Descreve detalhadamente quais os passos a seguir para uma correta execução do exercício. O número de estratégias pode variar de exercício para exercício (entre um e oito), dependendo de como foram divididas as instruções para o mesmo. Cada estratégia pode ainda ter associado um vídeo e uma imagem, por forma a melhor orientar o adulto na educação da criança;

9. Id – Este campo permitirá identificar o exercício. Este identificador será formado pela combinação de área, categoria e idade, agilizando o processo de pesquisa na base de dados;

10. UsedJoints – Identifica todas as articulações necessárias para a prática do exercício (se configurado);

11. ExercisePositions – Armazena as coordenadas espaciais das articulações utilizadas no exercício configurado;

12. UnusedJoints – Indica quais as articulações não utilizadas no exercício;

13. UnusedExercisePositions – Armazena as coordenadas espaciais das articulações não utilizadas no exercício configurado.

Os itens 10 a 13 não constam dos documentos elaborados pelos terapeutas. Por forma a diversificar a prática dos exercícios, foi pensada a construção de um validador

de posições associado a cada exercício. Esta ferramenta deverá permitir o armazenamento de múltiplas articulações (identificadas pelo sensor *Kinect*), guardando as suas coordenadas para que, uma vez na prática do exercício, o utilizador possa igualar as posições armazenadas. Para manter uma consistência estrutural do esqueleto (a ser igualado), são ainda armazenadas todas as articulações e coordenadas espaciais que não interfiram no exercício.

Para além das variáveis disponíveis na classe “**Movimento**”, na figura 11 estão ainda apresentadas todas as rotinas necessárias à atribuição de valores a estas variáveis (*set*) e à sua consulta (*get*).

Para o armazenamento dos dados, foi construído um ficheiro no *formato eXtensible Markup Language* (XML). Este formato permite a organização da informação de uma forma hierárquica, isto é, permite manter a organização da classe definida anteriormente na medida em que, pode ser definido um nó “pai” e diversos nós “filhos”. O nó “pai” será o identificador, de forma a possibilitar uma pesquisa mais rápida (evitando percorrer o ficheiro linha a linha, bastando verificar o primeiro nó de cada elemento), ficando os nós “filhos” preenchidos com a restante informação da classe.

O processo de introdução dos dados na aplicação deverá seguir o diagrama de sequência abaixo apresentado, ou seja, o administrador deve selecionar a opção de criar e em seguida o *UnityEngine* criará um objeto da classe “**Movimento**”. Após este objeto estar criado, o *software* validará os dados de acordo com as regras estabelecidas anteriormente e, uma vez verificadas as regras, armazenar-se-ão os novos dados no ficheiro XML criado para o efeito. Por fim, de forma a poupar recursos, antes de regressar ao menu inicial, todos os objetos temporários devem ser apagados.

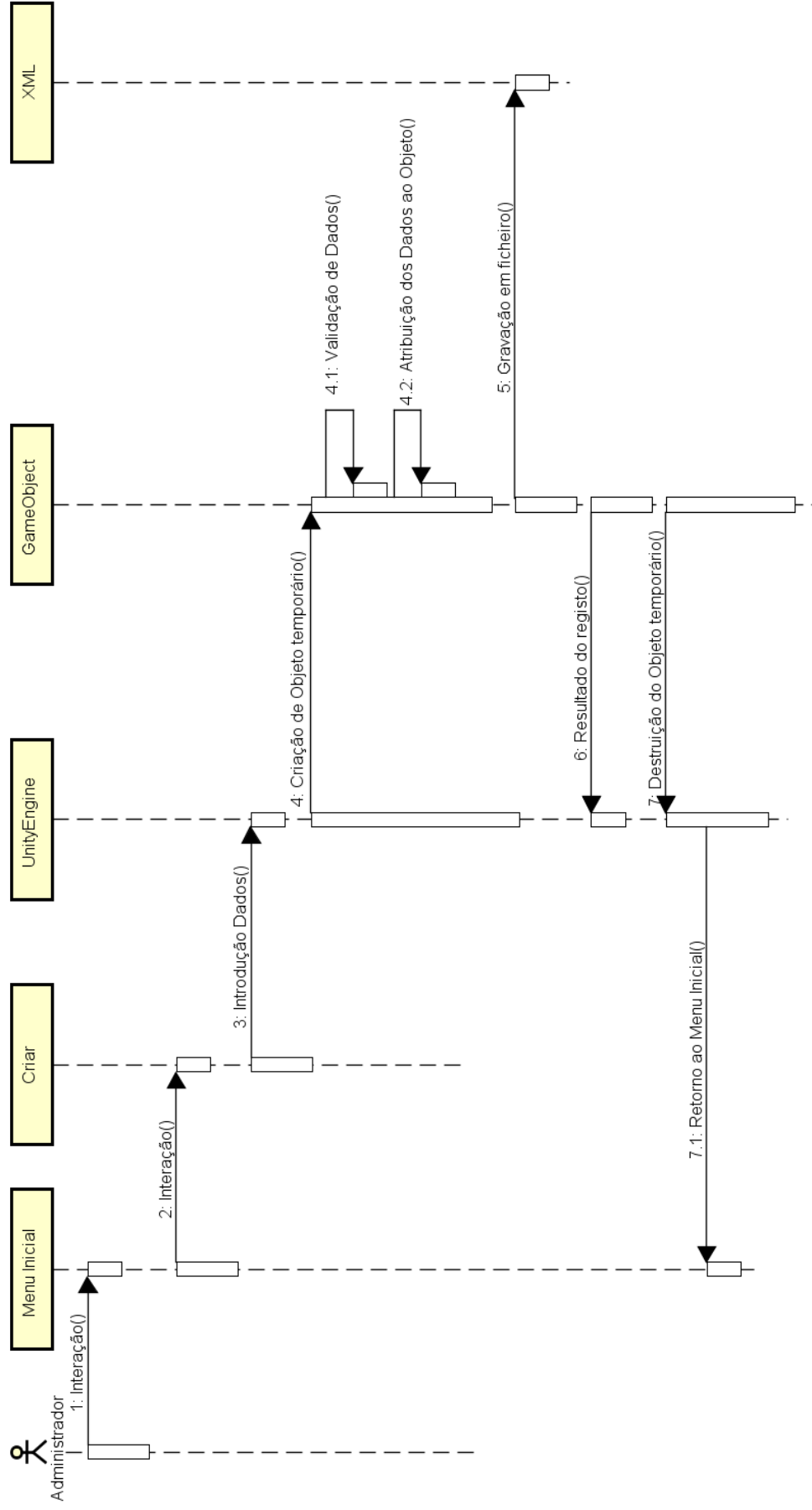


Figura 13 - Diagrama de sequência para a introdução de dados

3.3 Pesquisa de exercícios

Com os dados introduzidos na aplicação, será imprescindível a existência de um método de pesquisa e, para tal, deverá ser desenvolvido um motor de pesquisa que permita a todos os utilizadores o acesso aos exercícios registados. Em conjunto com os terapeutas, foi então definido que a pesquisa se deve centrar pela filtragem dos resultados, de acordo com a seleção da combinação de **Área**, **Categoria** e **Idade**. Assim, foi criada a classe “**Pesquisa**” (figura 14).

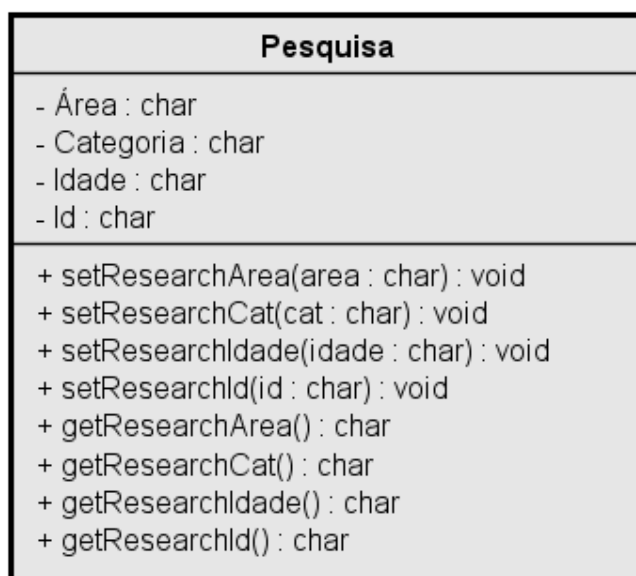


Figura 14 - Diagrama da classe Pesquisa

Uma vez escolhidos os campos de **Área**, **Categoria** e **Idade**, será criado o identificador de modo a haver uma referência de pesquisa dos exercícios pretendidos no ficheiro XML. Tal como no diagrama da classe “**Movimento**”, na figura 14 podem ainda observar-se as rotinas necessárias para a implementação da classe “**Pesquisa**”.

O processo de pesquisa deverá seguir o diagrama de sequência da figura 15, isto é, o utilizador deve selecionar a opção de pesquisa e definir os critérios da mesma. Uma vez identificados os campos da **Área**, **Categoria** e **Idade**, o *software* cria um objeto temporário no qual coloca essa informação e a transforma num identificador. Ao obter o identificador, é então possível procurá-lo no ficheiro XML e, caso a pesquisa tenha sucesso, devem ser criados tantos objetos do tipo “**Movimento**” quantos os resultados da mesma. No final, deve ser apresentada a informação constante em cada um destes objetos.

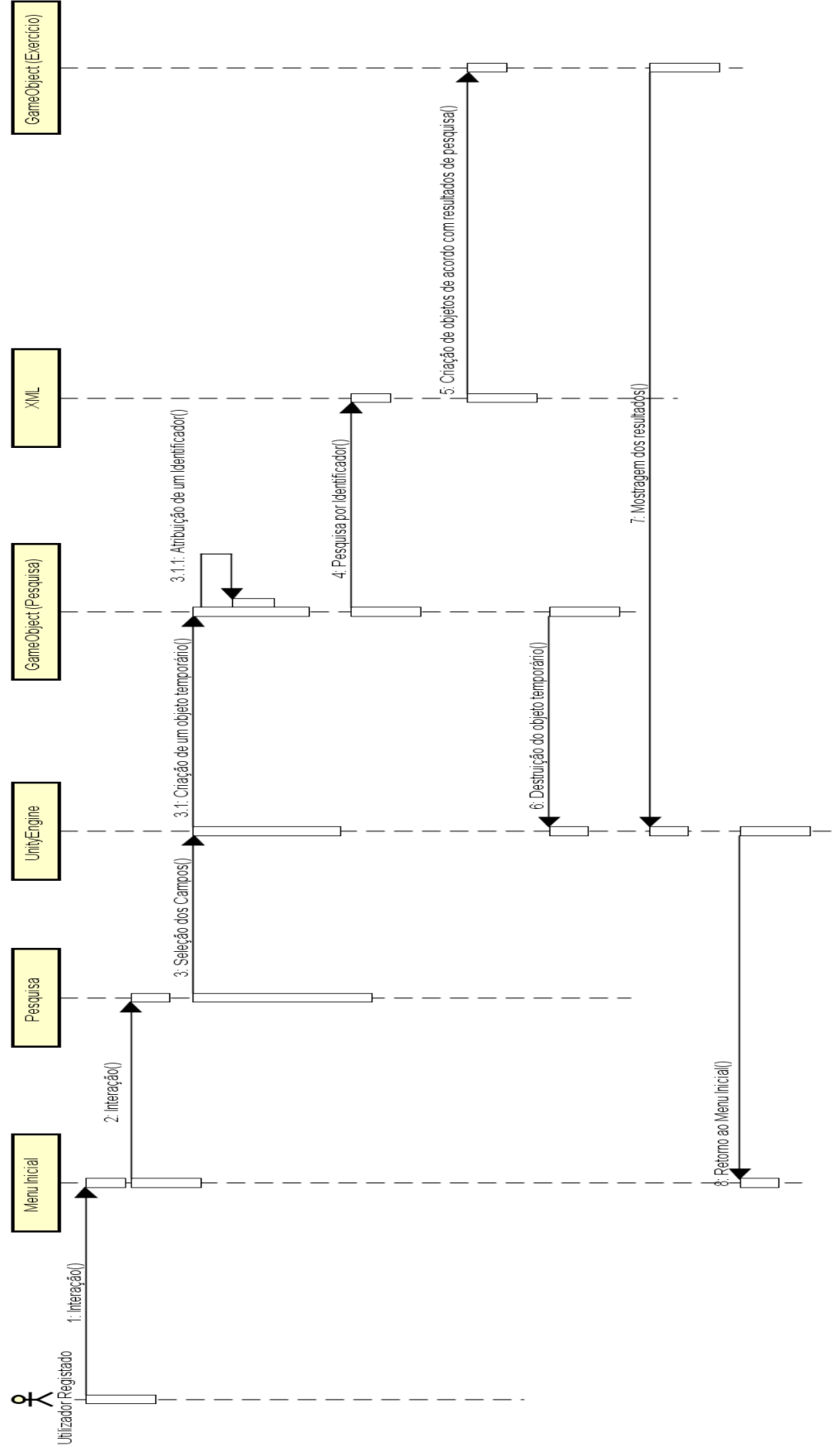


Figura 15 - Diagrama de sequência de pesquisa

3.4 Utilizador

Para o armazenamento das informações de cada utilizador, será perentória a implementação de uma classe com o nome de “**Utilizador**”, semelhante às classes “**Movimento**” e “**Pesquisa**” anteriormente descritas. Esta classe deverá ser estruturada de acordo com a figura 16:

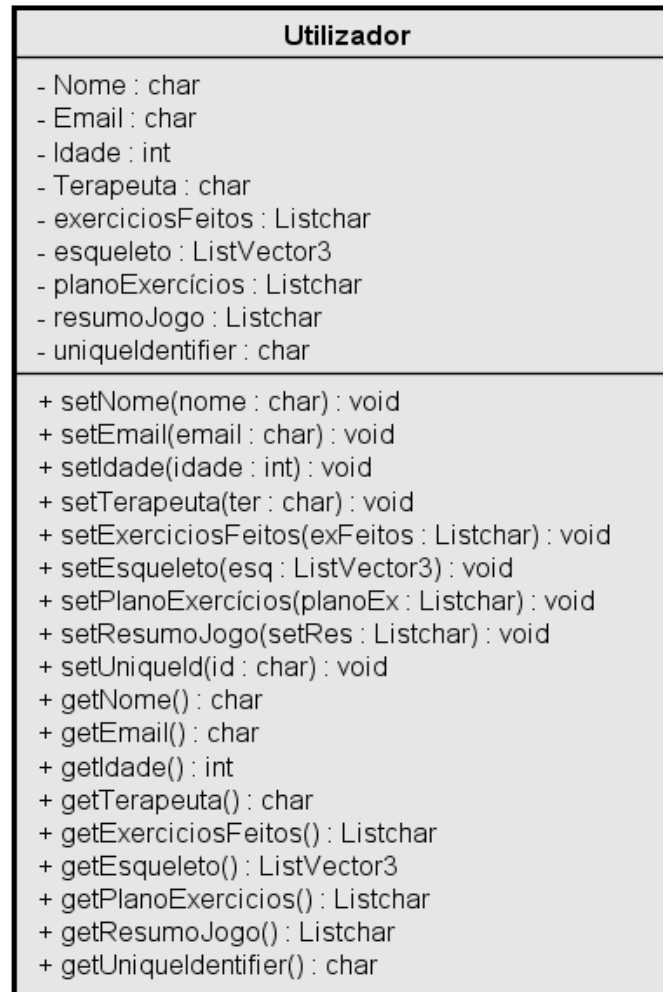


Figura 16 - Diagrama da classe Utilizador

Esta estrutura, além das informações de identificação de cada utilizador (**nome**, **email**, **idade** e **terapeuta** que o acompanha), deverá incluir os campos: “**Exercícios Feitos**” - onde constarão todos os exercícios realizados no validador de posições; “**Esqueleto**” - que terá um mapeamento, em coordenadas X,Y e Z das articulações do utilizador; “**Plano Exercícios**”- onde o terapeuta poderá definir o plano de exercícios para cada criança, estabelecendo os grupos **Emergente**, **Não Adquirido** e **Adquirido**

como os três níveis de importância, sendo a sequência dos exercícios apresentada de acordo com a ordem de importância mencionada; “**Resumo Jogo**” – onde se armazenam os relatórios resultantes da prática do jogo implementado na aplicação; e “**UniqueIdentifier**” - ao qual será associado um número de identificação da máquina, permitindo distinguir diferentes utilizadores sem a necessidade de autenticação.

Para além das variáveis necessárias a esta classe, na figura 16 podem ainda observar-se, à semelhança dos diagramas de classes anteriores, todas as rotinas necessárias implementar para a introdução e consulta dos dados.

Por ser necessário o acompanhamento da criança, é essencial a existência de uma funcionalidade que permita distinguir cada utilizador. Esta distinção deve ser feita aquando do arranque da aplicação, por forma a garantir que cada utilizador siga os planos de exercícios definidos pelos terapeutas, os quais são adequados às suas necessidades específicas. A sequência de arranque da aplicação deverá respeitar o diagrama de sequência da figura 17.

O processo inicia-se com o arranque da aplicação, aqui deve ser recolhido o número identificador da máquina em que esta se executa. Este número é único e, como tal, permite definir com garantia que cada utilizador terá um perfil único. O número de identificação da máquina deve ser procurado num ficheiro XML e, caso exista, iniciar-se-á a sessão com um utilizador devidamente identificado. Em caso negativo, deve ser apresentado um formulário para a criação de um novo utilizador. Em adição, deve ainda ser permitido o início do programa com privilégios de administrador, dado que este pode iniciar sessão em qualquer máquina, pelo que deve ser implementada uma combinação de teclas que permita este acesso.

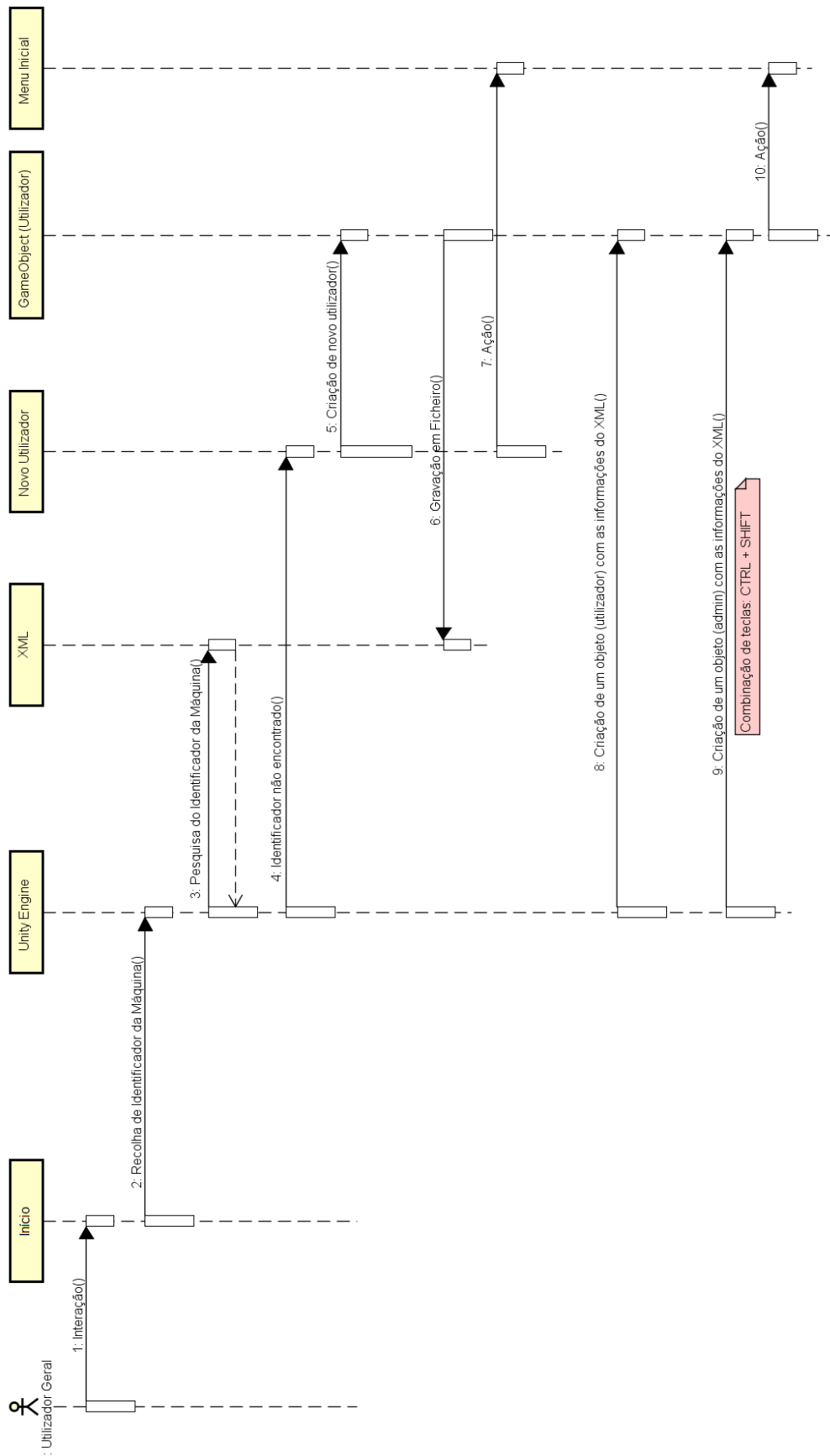


Figura 17 - Diagrama de sequência do início da aplicação

Ademais, será necessária a implementação de uma página onde se apresentem estas informações. O acesso a esta página deve ser feito tal como descrito na figura 18, onde, partindo do menu inicial e acedendo à opção de “**Perfil**”, deve ser mostrada a informação do utilizador, a qual está incluída no objeto da classe “**Utilizador**” - classe criada aquando do início da aplicação. Assim, acedendo aos dados que este objeto contém, é possível a sua visualização.

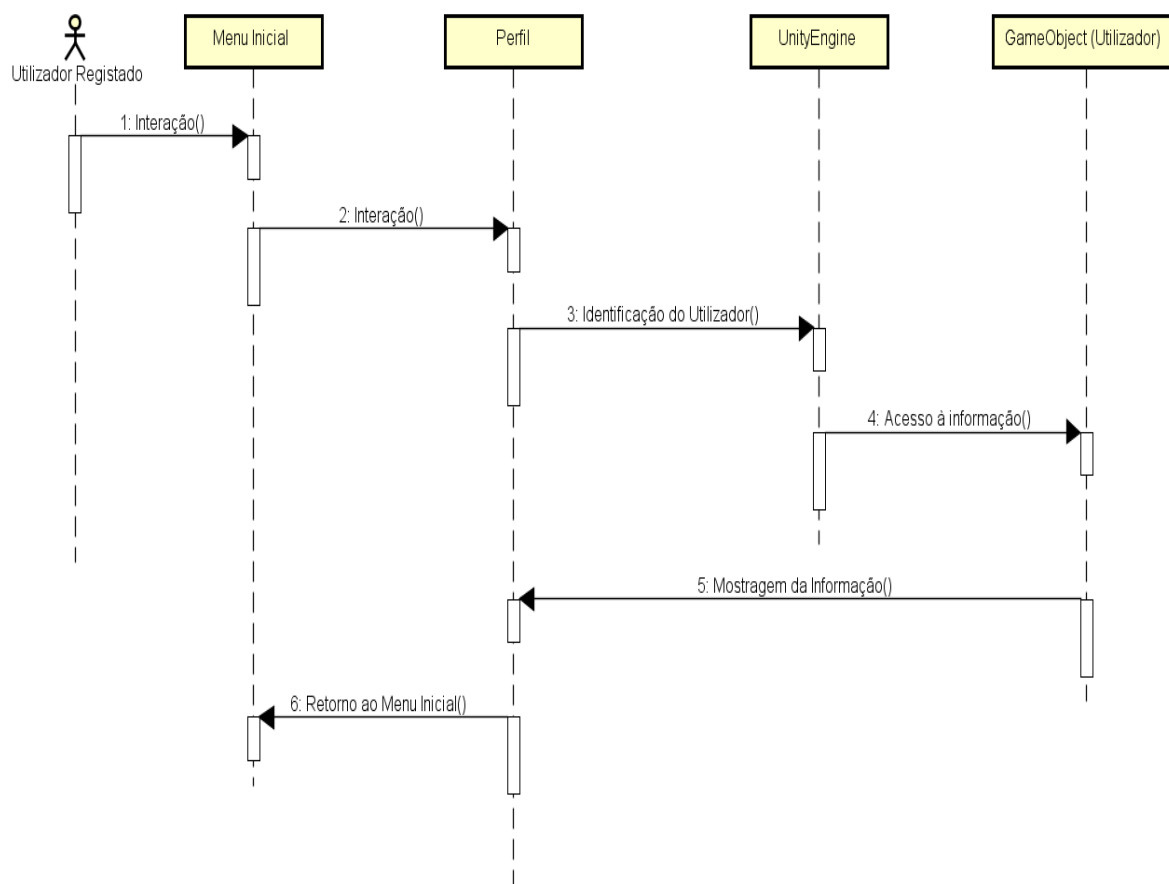


Figura 18 - Diagrama de sequência para a consulta do perfil de utilizador

3.5 Jogo “Apanha-me se puderes”

O jogo a ser disponibilizado na aplicação foi pensado em conjunto com os terapeutas, com vista à inovação das ferramentas para crianças com TDC, que até aqui, além de não serem em suporte digital, não apresentavam uma junção de informação e exercícios práticos, facilitando, por isso, a prática contínua e assídua, aumentando as capacidades das crianças.

Foi então sugerida a criação de um jogo que estimulasse não só a coordenação óculo-manual mas também a transferência de peso, reflexos e locomoção, sendo deste modo um jogo em que se conciliam os movimentos laterais, saltos e o controlo das mãos de acordo com a informação recolhida visualmente.

Assim, o jogo que se pretende desenvolver organizar-se-á de acordo com o diagrama de sequência da figura 19. Quer então dizer que o utilizador deve aceder ao jogo pelo menu inicial e, após a seleção da opção **Jogar**, o *software* deve iniciar os métodos implementados (temporizadores, música, geração dos alvos). Uma vez iniciadas estas componentes, deve-se fazer um pedido ao sensor *Kinect* com as coordenadas das articulações do utilizador, ficando deste modo implementado o movimento do personagem virtual de acordo com a intenção do jogador. Sempre que se verificar um toque correto no alvo, devem ser atualizados os pontos e, caso se justifique, atualizado igualmente o nível. Por sua vez, se porventura o toque no alvo não for o pretendido, considera-se que o jogador perde uma vida, existindo portanto um método de derrota. Para além das vidas, o jogo deve ser temporizado de forma a existir um maior controlo do tempo dispendido a jogar.

Terminado o jogo, as informações dos pontos conseguidos, o tempo decorrido desde o início do mesmo, o nível alcançado e o número de vidas restantes devem ser guardadas na estrutura do utilizador no campo “**Resumo Jogo**”.

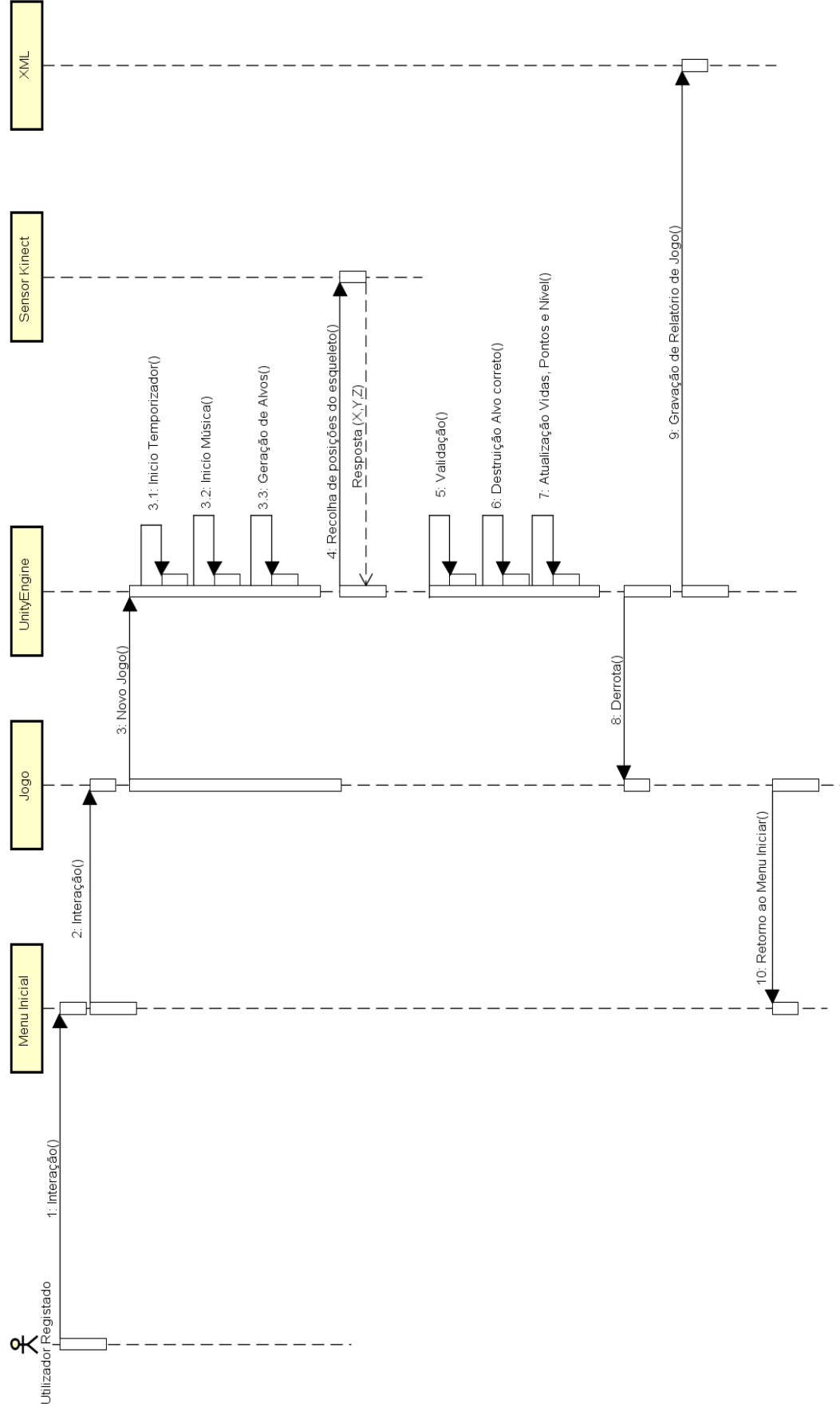


Figura 19 - Diagrama de sequência do Jogo

4 Validação

A validação da solução proposta seguiu a referência [21] em que se sugere, como método de validação de novas soluções tecnológicas, o desenvolvimento de uma solução que permita ir ao encontro da hipótese formulada. Uma vez desenvolvida a solução, devem ser efetuados testes, aplicando-se as correções necessárias para a melhoria do protótipo. Este processo deve repetir-se até que dos testes não resulte nenhuma melhoria do produto desenvolvido. O método descrito anteriormente foi aliás o processo adotado em [22] e [23], duas dissertações desenvolvidas por alunos de anos anteriores do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, cujas soluções produzidas foram uma biblioteca para identificar gestos realizados pela mão e uma aplicação, cuja base é a aplicação desenvolvida em [7], destinada ao ensino da linguagem gestual Portuguesa, respetivamente. Estas duas ferramentas são, à semelhança do protótipo a seguir descrito, soluções tecnológicas. Deste modo, neste capítulo, em primeiro lugar é apresentada a construção de um protótipo de acordo com a hipótese formulada no capítulo anterior. Numa segunda fase, serão apresentados os testes realizados bem como as conclusões que deles resultam.

4.1 Protótipo

Por forma a ratificar a solução proposta, foi construído um protótipo como prova de conceito, respeitando todas as especificações apresentadas no capítulo anterior. Este protótipo, designado por “Aprender os Movimentos” será explicado em detalhe no decorrer deste capítulo, subdividindo-o de acordo com os tópicos anteriormente expostos.

4.1.1 Processo de introdução dos dados na aplicação

A introdução de novos exercícios está restrita aos utilizadores com privilégios de administração. No menu inicial, apresentado na figura 20, é possível verificar, na barra inferior, a existência de um ícone que, quando é sobreposto pelo rato, indica “**Opções de Administração**”. O clique neste botão gera três botões adicionais a meio do ecrã, sendo o botão “+” aquele que deve ser clicado para a introdução de novas informações.

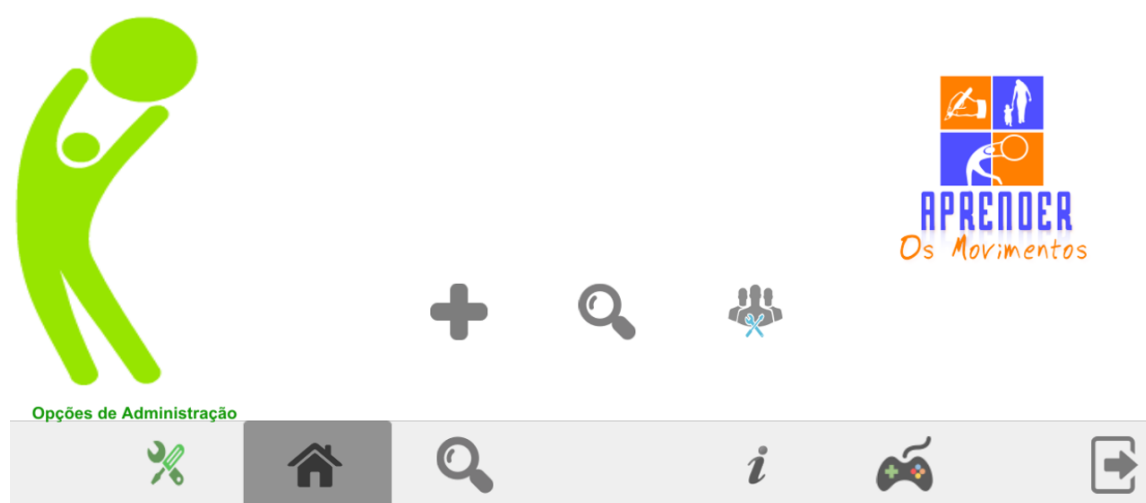


Figura 20 - Menu Inicial em Modo Administrador

Uma vez no ecrã de **Adicionar Novo Movimento** (figura 21), estarão dispostos todos os campos fundamentais à correta identificação e descrição de um exercício. Estando também disponíveis as estratégias, demonstradas num campo de introdução de dados e realçadas por uma barra cinzenta, bem como um conjunto de números à sua direita. Estes números pretendem indicar qual a estratégia atualmente selecionada, evitando assim a necessidade de existirem oito campos diferentes para o mesmo efeito.

Adicionar Novo Movimento

Área:

?

Idade (meses):

?

Categoria:

?

Imagem:

Descrição:

Materiais Usados:

Objetivo:

Estratégias:

1 5

2 6

3 7

4 8

?

Video:

Imagem (estratégia):

+

Figura 21 - Criar Novo Exercício

No campo “**Vídeo**”, “**Imagem**” e “**Imagem (estratégia)**”, devem introduzir-se, caso existam, os nomes dos vídeos e das imagens correspondentes, sendo que “**Imagem (estratégia)**” diz respeito a uma imagem diretamente relacionada com a estratégia selecionada, ficando o outro campo destinado a imagens globais, isto é, correspondentes ao movimento na sua generalidade. Por conseguinte, existem ainda três botões de ajuda (identificados como **ponto de interrogação**), uma seta de retrocesso no canto inferior esquerdo (que redireciona o utilizador para o menu inicial), um botão verde de “+” no canto inferior direito, que valida os dados inseridos e um botão que permite a configuração de posições a serem validadas posteriormente (identificado pelo comando preto).

Se for escolhida a opção de configurar um exercício no validador de posições, o administrador será reencaminhado para um ecrã cinzento onde se mostra um esqueleto com todas as suas articulações a branco.

Inicialmente será requisitada a calibração das articulações, bastando para tal o administrador permanecer de pernas ligeiramente afastadas e braços para baixo também ligeiramente afastados. Esta calibração só é feita a primeira vez que se entra neste modo. Após a calibração, é possível criar uma área com o rato (através do arrastamento), seguido do pressionar da tecla “*enter*”, escolhendo-se assim as articulações do exercício (identificadas a rosa), tal como se ilustra na figura 22.

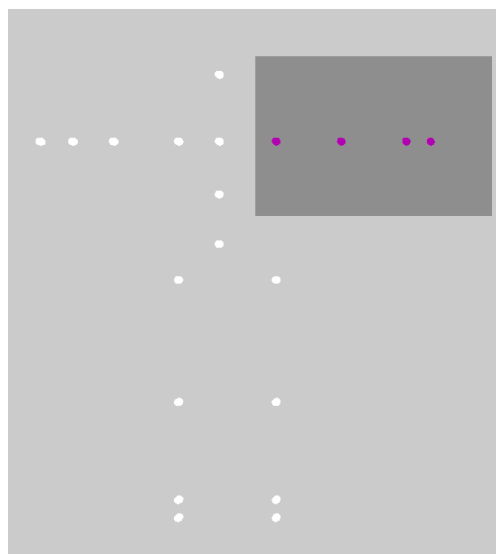


Figura 22 - Seleção das articulações no validador de posições

Uma vez definidas as articulações a utilizar, o esqueleto altera automaticamente as suas cores para preto se não tiverem sido seleccionadas, ficando as articulações desejadas a azul, como indica a figura 23.

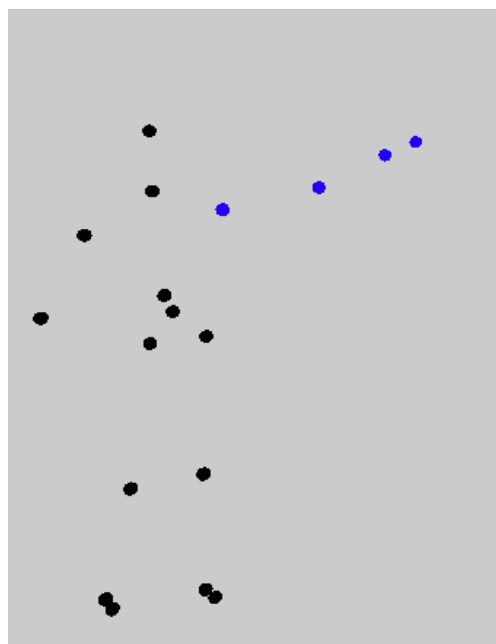


Figura 23 - Apresentação do esqueleto com as articulações seleccionadas

Fica então disponível um botão “+” verde no canto superior esquerdo do ecrã que, quando pressionado, armazena automaticamente as coordenadas de todas as articulações na classe “**Movimento**”.

Após a validação dos dados, se estes estiverem de acordo com as normas definidas, será apresentada uma página com a confirmação do registo. Os dados são automaticamente guardados no ficheiro XML correspondente e, um clique nesta página, retorna ao menu inicial. Por outro lado, se os campos estiverem incorretamente preenchidos, o administrador será avisado, os dados não serão gravados no ficheiro e o redireccionamento (ao clicar) far-se-á para a página da criação de novos exercícios, mantendo a informação introduzida anteriormente. De realçar que esta validação apenas ocorre para os campos **Área**, **Categoria** e **Idade**, verificando-se as regras descritas no ponto 2.1. do processo de introdução dos dados.

Os movimentos são guardados de forma sequencial no ficheiro XML, quer isto dizer que a ordem com que são introduzidos na aplicação é a ordem em que estes ficam no ficheiro. Por forma a existir uma coerência organizacional do ficheiro resultante, todas as propriedades da classe “**Movimentos**” são convertidas em elementos XML chamados de “nós”, mutuamente associados. Este processo de associação de elementos resulta num esqueleto que se repete para todos os movimentos criados Anexo B (página 65).


4.1.2 Pesquisa dos Exercícios

Uma vez introduzidos os dados na aplicação, é possível efetuar uma procura sobre os mesmos. Esta ação pode ser realizada de duas maneiras distintas: em modo de administrador (carregando na lupa a meio do ecrã do menu inicial - figura 20, página 35), ou em modo utilizador (carregando na lupa da barra na parte inferior da aplicação - figura 20). Ambas apresentam a barra da figura 24, diferindo no modo em como se apresentam os resultados.



Figura 24 - Barra de Pesquisa

Foi essencial distinguir a Motricidade Grosseira da Motricidade Fina de modo intuitivo, para tal, foi implementado um sistema de cores na barra de pesquisa, sendo que a primeira se apresenta em tons de azul (figura 25) e a segunda em tons de laranja (figura 26). Para além da troca de cor da barra de pesquisa, também as opções inscritas nos botões variam consoante os parâmetros de pesquisa definidos. Nas figuras que se seguem, é possível verificar que existem diferentes idades disponíveis, verificando estas os critérios da tabela 1, página 22.



Motricidade Grosseira

>

Equilíbrio

>

Escolha a idade

4-5	6-7	8-9	10-11
12-14	15-17	18-23	24-29
30-35	36-41	42-47	48-53
54-59	60-71	72-83	Limpar

Figura 25 - Pesquisa Motricidade Grosseira



Motricidade Fina

>

Agarrar

>

Escolha a idade

0-1	2-3	4-5	6-7
8-9	10-11	12-14	15-17
42-47	Limpar		

Figura 26 - Pesquisa Motricidade Fina

Selecionados os campos de pesquisa apresentam-se todos os exercícios que a satisfazem. Esta apresentação é feita, como referido previamente, de forma distinta caso seja em modo administrativo ou em modo utilizador.

Em modo administrativo os campos são passíveis de serem alterados, como tal, sempre que for detetada uma gralha ou alguma correção necessária de aplicar, não será requisitada a introdução dos dados novamente. Como se pode observar na figura 27, pode ainda ser identificado no canto superior esquerdo a combinação de pesquisa efetuada, a meio da página dois botões de navegação entre os resultados encontrados e, por último, um botão de eliminar o exercício apresentado, o qual se encontra colocado na barra cinzenta que apresenta as estratégias.

Motricidade Grosseira > Equilíbrio > 4-5

Alinhamento da cabeça

Imagem:

Objetivo:

Ao mover as mãos na direção da linha média, consegue manter o equilíbrio durante 3 segundos, no mínimo.

Materiais:

Colchão, roca, almofadas e brinquedo favorito.

Estratégias:

Continue a trabalhar o controlo da cabeça e a força das costas. Estimule a extensão da coluna.

1 2 3 4 5 6 7 8

Vídeo:

Imagem (estratégia):

Figura 27 - Resultados de Pesquisa em Modo Administrador

Já em modo utilizador, a informação surge na forma de caixas de texto não editáveis, não conferindo, por isso, a permissão ao utilizador de alterar os dados registados no ficheiro, como é possível verificar na figura 28. Neste modo de utilizador apenas se mostram as estratégias que contêm informação, sendo que se existir um vídeo ou uma imagem associado a alguma estratégia, o mesmo é indicado através de um ícone perto do número da estratégia a que diz respeito. Todavia, à semelhança do resultado da pesquisa em modo administrativo, são também apresentados a combinação dos campos de pesquisa e os botões de navegação entre resultados.

Em adição, apresenta-se também a imagem, caso exista, no canto superior direito. As imagens respeitantes ao exercício em geral estão sempre presentes, ao contrário das associadas a estratégias, que apenas se apresentam quando esta for seleccionada.

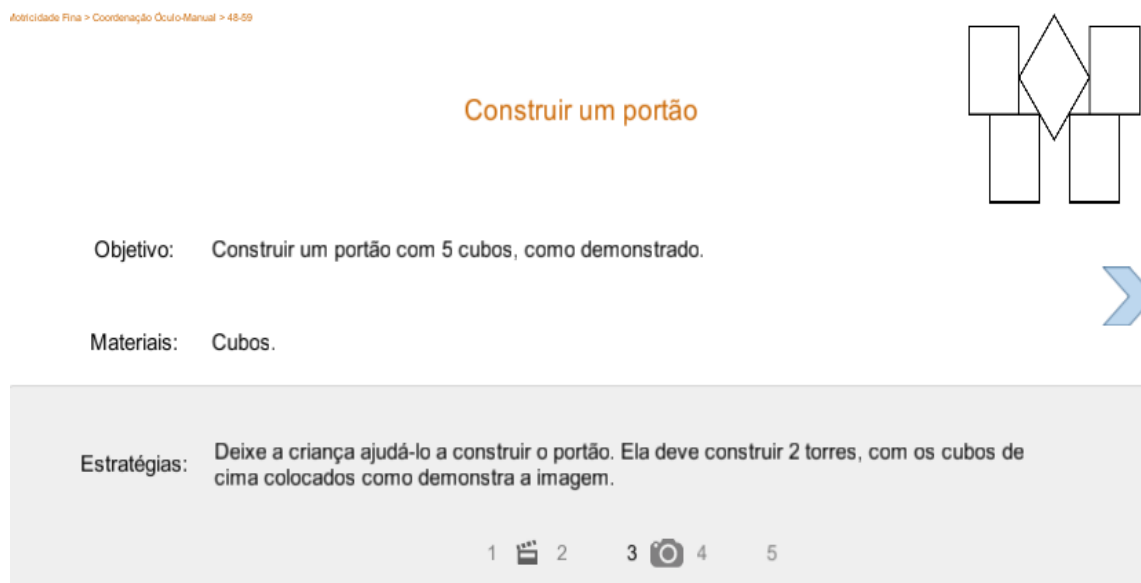


Figura 28 - Resultados de Pesquisa em Modo Utilizador

A identificação da estratégia selecionada faz-se realçando a mesma, ficando o número das restantes ligeiramente esbatido. Por sua vez, a reprodução do vídeo é feita através de um botão, disponível sempre que a estratégia selecionada tenha um vídeo associado e este se encontre na base de dados da aplicação, o qual se encontra na barra cinzenta das estratégias.

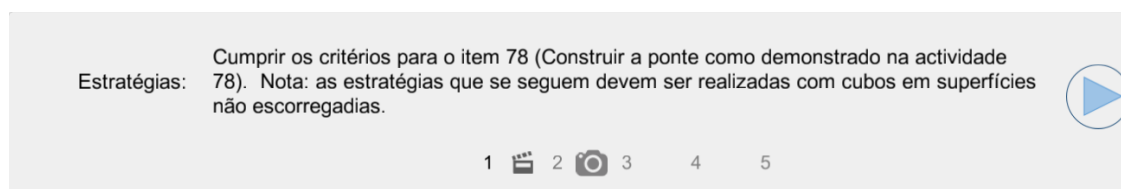


Figura 29 - Pormenor do botão de reprodução de vídeo

Por limitações inerentes à utilização de uma licença gratuita, a reprodução dos vídeos dentro da aplicação não está disponível. Como tal, foi preciso definir a abertura dos vídeos no reprodutor multimédia pré-definido no sistema operativo, sendo necessário o retorno manual à aplicação no fim da visualização dos mesmos.

Se existir um exercício configurado no validador de posições, será apresentado um ícone semelhante ao controlador da figura 21, página 36. No modo de utilizador são mostrados dois esqueletos: o de referência (definido na criação) e indica a posição a atingir e o do utilizador. O esqueleto de referência, à semelhança do esqueleto mostrado na figura 23, tem todas as articulações identificadas com esferas cinzentas, à exceção das que se pretendem estimular com o exercício que se apresentam a laranja. O esqueleto-

to do utilizador segue o mesmo padrão com a diferença das articulações a comparar se apresentarem a azul, ficando as restantes a preto (figura 30).

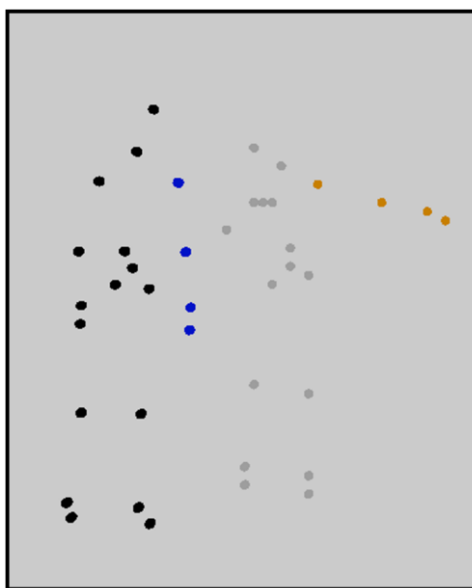


Figura 30 - Realce das articulações nos esqueletos do utilizador e da referência

Antes de iniciar o exercício, é possível ao utilizador pré-visualizar todas as posições que deverá respeitar. Uma vez iniciada a prática, as esferas a azul ficam automaticamente a vermelho, indicando que a posição atual não é a correta, permanecendo assim até ser atingida a posição de referência, nesse momento passarão automaticamente a verde (figura 31).

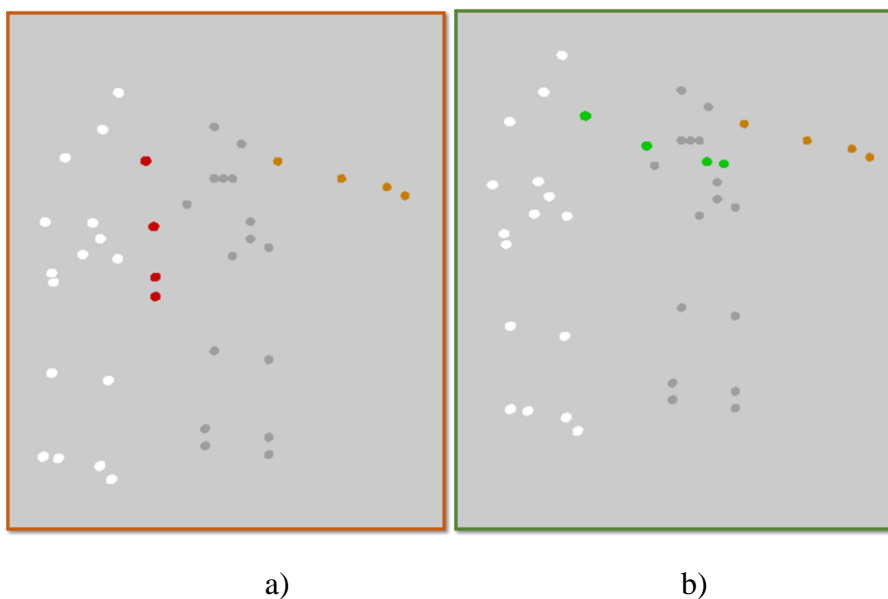


Figura 31 – Posição: a) Incorreta; b) Correta

De modo a garantir a adaptabilidade do validador ao utilizador, à semelhança do processo de calibração realizado na configuração do exercício, na primeira instância em que o utilizador entra no validador é feita uma calibração, sendo calculada a diferença entre o esqueleto do utilizador e do esqueleto de referência, justificando-se deste modo a não coincidência exata da posição mostrada em b) da figura 31.


4.1.3 Utilizador

A consulta do perfil de utilizador é também uma opção diferenciável, isto é, assim é permitido o acesso à ficha do perfil de todos os utilizadores em modo administrativo, mas somente autorizado o acesso à ficha do próprio utilizador se o início da aplicação se fez sem privilégios.

No modo administrativo (aceder via terceiro botão do menu inicial a meio da página), a ficha de cada utilizador pode ser manualmente editada, podendo ser definido o plano de exercícios a completar pelo mesmo. Este plano de exercícios pode ter três níveis (**Emergente**, **Não Adquirido** e **Adquirido**), os quais funcionam como meio de ordenação (primeiro **Emergente**, em último **Adquirido**).

Caso existam vários perfis ou diferentes objetivos a cumprir, é possível a navegação entre perfis, utilizando o mesmo esquema de cores definido na pesquisa (laranja retrocede e azul avança). A remoção de utilizadores também é uma possibilidade, basta carregar no botão do canto superior direito (figura 32).

Perfil de Utilizador



Nome: Miguel Raposo

Idade (meses): 15

E-mail: mc.raposo@campus.fct.unl.pt



Terapeuta: Maria

Plano de Exercícios

Objetivo:

a

Estado: E NA A




Figura 32 - Edição de Perfis em Modo Administrador

A diferenciação do administrador em relação ao utilizador normal é feita no acesso às opções anteriormente referidas. Em modo utilizador apenas existirá um perfil ativo, consequentemente não existe a navegação entre vários utilizadores, tal como não é permitido apagar o perfil de utilizador, nem alterar o objetivo do plano de exercícios e a sua prioridade.

Em conferência com os terapeutas, foi acordado que as informações relativas ao relatório de jogo não deveriam ser apresentadas. Esta decisão deve-se ao facto de este tipo de informação ser díspar do pretendido com esta página (apresentar um plano que o utilizador deva seguir) e como tal, devem ser omissas neste local. Assim, toda a informação da tentativa de jogo é anexada ao utilizador no ficheiro XML, não sendo, no entanto, exposta em nenhum local da aplicação.

4.1.4 Jogo “Apanha-me se puderes”

O objetivo pretendido com este exercício é o estímulo de várias capacidades motoras em simultâneo, como tal, implementou-se um jogo em que é pedido à criança para apanhar várias bolas que aparecem no ecrã. Para facilitar a compreensão do exercício, utilizaram-se esferas de diferentes cores em cada uma das mãos (e dos pés), indicando ao jogador qual a bola que deve ser apanhada pela mão que movimenta. As restantes articulações obtidas pelo sensor *Kinect* estão identificadas por esferas de cor cinzentas, sendo o seu tamanho menor face às importantes para o exercício. Tal como se pode observar na figura abaixo, a mão esquerda será identificada por uma bola de cor verde, sendo a mão direita identificada por uma bola de cor azul. De igual forma, o pé esquerdo está indicado com uma esfera vermelha e, por fim, o pé direito com uma bola de cor amarela, conforme a figura 33.

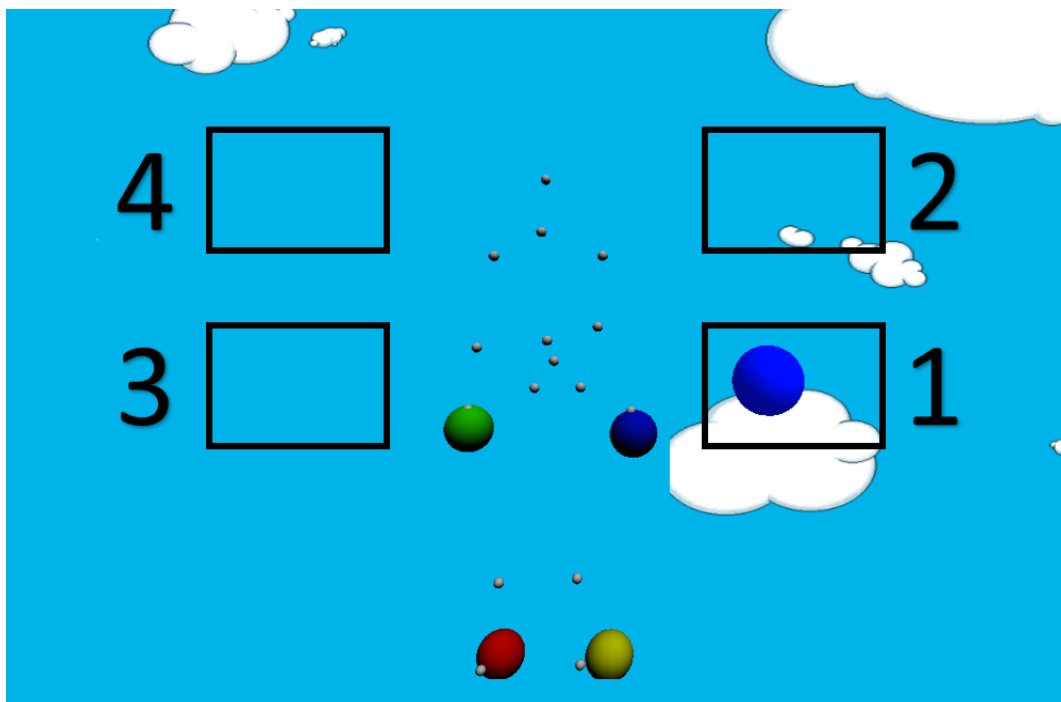


Figura 33 - Identificação das cores das articulações e áreas possíveis de conter alvos

Uma vez iniciado o jogo, serão criadas, de forma sequencial, diversas esferas de cores diferentes (respeitando o código de cores estabelecido pelas esferas das mãos e pés). Por forma a limitar a complexidade exigida, numa primeira fase, fora elaborado um jogo cujo objetivo requeria apenas o uso das mãos, onde as esferas geradas apresentar-se-ão somente a verde ou a azul. Contudo, a profundidade a que os alvos são colocados não foi considerada do mesmo modo, sendo para isso implementada uma deteção de colisões com a forma de um cilindro, cujo raio é ligeiramente superior ao da esfera do alvo, embora de altura muito superior ao alcançável fisicamente, isto é, por maior que seja a aproximação ou afastamento do jogador face ao sensor *Kinect*, a colisão será sempre detetada se a mão estiver por cima do alvo.

Na fase inicial do jogo, as esferas verdes estarão sempre à esquerda (em relação ao centro do ecrã) e as esferas azuis apresentar-se-ão à direita, sendo a sua posição espacial aproximada ao esqueleto, quer isto dizer que não será necessário um excessivo deslocamento para alcançar os alvos.

Após a familiarização com a mecânica de jogo, o algoritmo de geração dos alvos aumenta a sua complexidade na distância a percorrer pelo jogador, na quantidade de alvos que este deve eliminar (máximo 2) e na posição (direita ou esquerda) em que as esferas são colocadas.

Tabela 2 - Especificação dos diferentes objetivos para os níveis correspondentes

Nível	Alvo Azul	Alvo Verde	Sequência	Posição	Objetivo
1	1,2	3,4	1->2->3->4	Fixa	Abdução do ombro
2	1,2	3,4	1->2->3->4	Variável	Abdução do ombro e movimento lateral
3	1,2	3,4	1+3->2+4 (alvos simultâneos)	Variável	Flexão dos membros inferiores e equilíbrio dos membros superiores na linha média
4	1,2,3,4	1,2,3,4	Aleatório	Variável	Abdução do ombro, flexão dos membros inferiores, movimento lateral e cruzamento dos membros superiores
5	1,2,3,4	1,2,3,4	Aleatório (alvos simultâneos)	Variável	Abdução do ombro, flexão dos membros inferiores, movimento lateral, cruzamento dos membros superiores e equilíbrio dos membros superiores na linha média

A tabela 2, apresentada acima, pretende identificar: **a)** os níveis implementados no jogo; **b)** as áreas em que os diferentes alvos são apresentados; **c)** a sequência em que os alvos são mostrados; **d)** a variação da posição dos alvos dentro das áreas definidas; **e)** e por fim, os diversos objetivos que se pretendem alcançar com os respectivos níveis.

A título de exemplo, descreve-se em seguida o quinto nível. Este último, comparativamente a todos os níveis implementados, apresenta-se como o mais completo. Tal pode aferir-se pelo nível 5 permitir o aparecimento de alvos azuis e verdes em todas as quatro áreas da figura 33, ou seja, a sequência de surgimento destes alvos não respeita nenhuma ordem pré-definida, tanto pode ser exibido um alvo azul seguido de um verde, como dois alvos azuis em sequência. Em adição, podem ainda ser apresentados dois alvos em simultâneo (azul e verde), não sendo, no entanto, possível o aparecimento sincronizado de dois alvos da mesma cor. A posição em que os alvos se encontram nas áreas definidas não é sempre a mesma, ou seja, o alvo pode aparecer em qualquer posição dentro desta área. Cumprindo o exercício, é possível treinar alguns dos objetivos motores como a abdução do ombro, a flexão dos membros inferiores, o movimento lateral, o cruzamento dos membros superiores e o equilíbrio destes na linha média.

Por forma a existir um critério de derrota, foi implementado um sistema de perda de vidas. Estas vidas são os recursos que permitem a continuidade da prática do jogo, portanto, sempre que for apanhada uma bola com a mão errada - o que ocorre quando a cor da mão não coincide com a cor do alvo - uma vida é perdida. Deste modo, após três vidas perdidas, o jogo terminará. Porém, a perda de vidas pode não acontecer. Caso não existam perdas, será necessário determinar uma duração máxima para o jogo, de forma a controlar não só o esforço, como também o tempo dispendido a jogar. Assim, o tempo estabelecido como limite máximo da prática do jogo foi de cinco minutos.

Por conseguinte, em oposição ao critério de derrota, foi implementado um sistema de pontos representado toque da mão em alvos da mesma cor, onde o valor de cada alvo vai aumentando com o evoluir dos níveis. Como tal, um toque num nível mais alto representará uma acumulação de pontos maior do que representava no nível anterior. Esta informação é apresentada no topo do jogo, tal como indicado na figura 34.



Figura 34 - Identificação do nível, vidas, tempo e pontuação

No final de cada jogo serão registados todos os dados da tentativa, ou seja, os pontos obtidos, o número de vidas disponível, o nível atingido e o tempo que decorreu desde o início do mesmo, sendo estes associados ao ficheiro XML do utilizador.

4.2 Resultados

Uma vez construído o protótipo, foi distribuída uma cópia executável da aplicação com todos os ficheiros necessários à execução da mesma. Por forma a agilizar o processo de introdução dos dados, este foi dividido por cinco assistentes do Centro DIFERENÇAS. Assim que cada colaborador inseriu os exercícios que lhe foram atribuídos, foi criado um ficheiro base no qual foram colocados todos os dados que constavam nos ficheiros em separado, resultando então num único ficheiro com cerca de 284 etapas motoras distintas, sendo que as 16 etapas em falta não foram introduzidas pelo assistente responsável. A migração dos ficheiros individuais para o ficheiro base foi feita com recurso a um editor de texto externo à aplicação.

4.2.1 Introdução dos dados na aplicação

O processo de introdução de dados teve uma duração de cerca de cinco meses, nos quais existiu, pelo menos, uma reunião mensal, nas instalações do Centro DIFERENÇAS em Lisboa, com todos os elementos responsáveis pela introdução dos dados na aplicação bem como os terapeutas. Em todas as reuniões foi fornecida uma nova versão da aplicação, derivando esta da verificação de alguns erros do sistema ou de alterações realizadas ao grafismo da aplicação. As alterações e correções realizadas também ocorreram ao nível das estruturas das classes, variando portanto quer no número de linhas e *tags* correspondentes a cada exercício introduzido quer sua organização no esqueleto da mesma. Apesar de todas estas variações, nenhum dado introduzido anteriormente foi perdido, comprovando-se assim a robustez e adaptabilidade da aplicação às distintas necessidades encontradas no amadurecimento da solução.

Partindo de um ficheiro em branco e, sendo o resultado final um documento com 284 etapas diferentes, comprova-se também a capacidade de escalamento do sistema. No que à introdução dos dados diz respeito, a dimensão do ficheiro em nada afeta o tempo de gravação dos dados, não se verificando o mesmo no processo de pesquisa. Pela forma como este está desenhado, se existirem demasiadas correspondências, será necessário criar tantos objetos quantos os resultados encontrados. Se a quantidade de objetos a criar for muito elevada, este processo demorará um tempo considerável.

A título de exemplo, foi testada a pesquisa de todos os exercícios, sendo portanto necessário criar 284 objetos diferentes, demorando o processo cerca de 5 a 6 minutos. Uma vez que não se pretende enviar demasiadas informações ao processador do motor de jogo, foi desabilitada a interação entre o rato e a aplicação no decorrer da criação dos objetos, ficando o utilizador neste intervalo de tempo impedido de realizar outra ação. Também se observou que o motor de jogo suspende todas as ações se estiver a ser executado em segundo plano, quer isto dizer que é obrigatório manter a aplicação aberta no plano principal para que os processos desta se realizem.

Para resolver esta demora, definiu-se na pesquisa a obrigatoriedade de preencher os três campos de pesquisa, reduzindo deste modo o número de correspondências verificadas e, consequentemente, a quantidade de objetos a serem criados. Por outro lado, é evidente que esta resolução só demonstra eficácia se a quantidade de exercícios que partilham os mesmos critérios de pesquisa se mantiver reduzida. Outra solução a ser implementada seria feita ao nível da construção do identificador com a introdução de um campo único, por exemplo sequência. Assim, se fosse efetuada uma pesquisa que gerasse múltiplos resultados com o mesmo identificador, seria apenas necessário criar o

objeto adequado à sequência (inicialmente com o número “1”, se fosse requisitado o exercício seguinte, seria apagado o objeto anterior e criado o objeto com o mesmo identificador mas número de sequência “2”). Este método permite minimizar o número de objetos criados, mas tem a agravante de serem necessárias não só mais rotinas de acesso ao ficheiro com a informação, como também mais rotinas de criação e destruição de objetos.

4.2.2 Caracterização da amostra

Na fase final de criação da solução apresentada, em conferência com os terapeutas que acompanham as crianças a que esta aplicação se destina, foi referido que estes têm uma incapacidade de se adaptarem rapidamente a novas tecnologias e métodos de aquisição de capacidades motoras, pelo que não foi possível o teste do jogo desenvolvido nas crianças ao qual se destina. O processo de adaptação dura entre seis meses a um ano, tendo portanto uma duração superior ao desenvolvimento deste trabalho.

Por forma a resolver esta limitação, redefiniu-se o público alvo para pessoas sem imparidades motoras, visto não requererem um processo tão longo de adaptação e obtenção de resultados. No entanto, por não existir qualquer necessidade de estímulo motor, uma avaliação das Motricidades Grosseiras e Finas, antes e após a prática do jogo, não resultaria em qualquer informação relevante.

Assim, foi selecionado um conjunto de 20 participantes, igualmente distribuídos em termos de género (masculino e feminino), dos quais 45% tem uma anterior experiência com jogos multimédia e com a distribuição etária apresentada na figura seguinte.

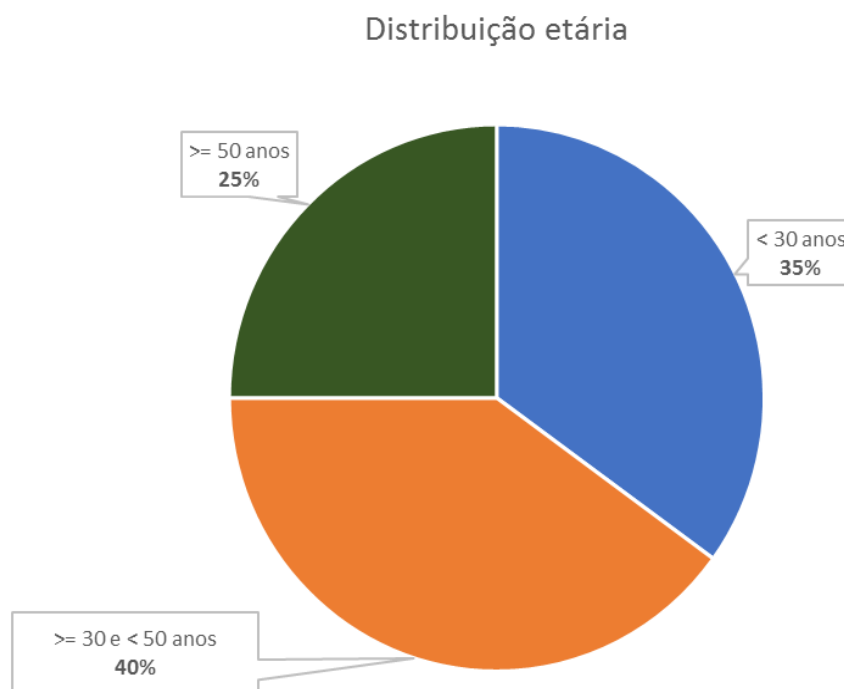


Figura 35 - Distribuição etária da população participante

A estes participantes foi-lhes pedida inicialmente a prática do jogo presente na aplicação *Aprender os Movimentos*, seguido do preenchimento de um questionário (Anexo C, página 68), por forma a recolher uma apreciação crítica sobre o mesmo. A prática do jogo foi realizada numa sala em que o jogador distava aproximadamente dois metros do sensor *Kinect*, estando este a 90 centímetros do solo e ligado ao computador onde se corria a aplicação.

Com uma duração máxima de três minutos, cada jogador deve obter o maior número de pontos acertando nos alvos corretos, no entanto, deve ainda evitar os alvos errados por forma a preservar as vidas para que não perca precocemente.

4.2.3 Jogo “Apanha-me se puderes”

Os resultados obtidos pela prática do jogo por parte da população em estudo apresentam-se na tabela 3:

Tabela 3 - Resultados do jogo “Apanha-me se puderes”

Idade	Género (M/F)	Experiência anterior	Pontuação obtida	Nível atingido	Vidas restantes	Tempo restante (em caso de derrota)
26	F	Não	420	4	3	-
52	F	Não	820	5	0	1:25
54	M	Sim	780	5	0	0:56
22	M	Sim	1180	5	0	1:25
30	F	Não	240	3	0	0:25
35	M	Sim	320	3	0	1:00
25	F	Sim	210	3	0	1:30
27	M	Não	300	3	0	1:10
24	M	Sim	1180	5	0	1:31
30	F	Não	1060	5	0	1:25
51	M	Não	120	2	3	-
42	F	Não	820	5	0	1:25
28	M	Não	1180	5	0	1:31
45	M	Sim	780	5	0	0:56
35	F	Não	1020	5	0	0:53
53	F	Sim	820	5	0	0:49
48	F	Sim	1420	5	0	0:51
30	M	Não	860	5	0	0:38
60	F	Não	120	2	3	-
18	M	Sim	1340	5	0	0:28

Quando questionados sobre a experiência de jogo, numa escala de 0 a 5 (onde 0 representa “Péssima” e 5 “Excelente”), se consideradas as instruções fornecidas, a clareza dos objetivos e a exigência dos movimentos, os participantes avaliaram de acordo com os dados dispostos na figura 36.

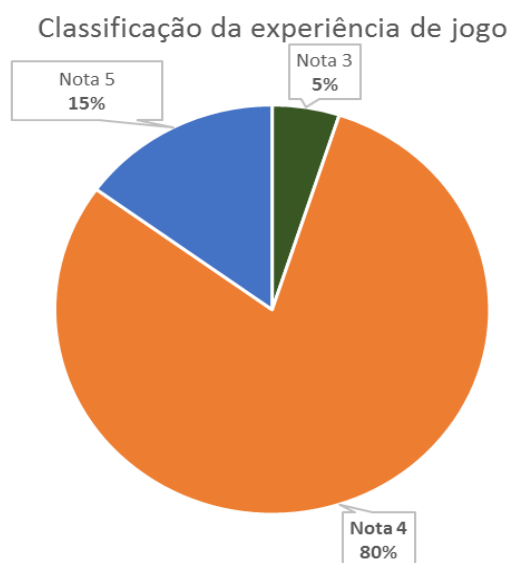


Figura 36 - Classificação da experiência de jogo

De igual forma, quando inquiridos sobre qual a classificação que atribuiriam ao jogo numa escala de 0 a 5 (onde 0 representa “Mau” e 5 “Muito Bom”), 35% dos participantes avaliaram com nota 5 e os restantes 65% com nota 4, tal como se apresenta na figura 37.

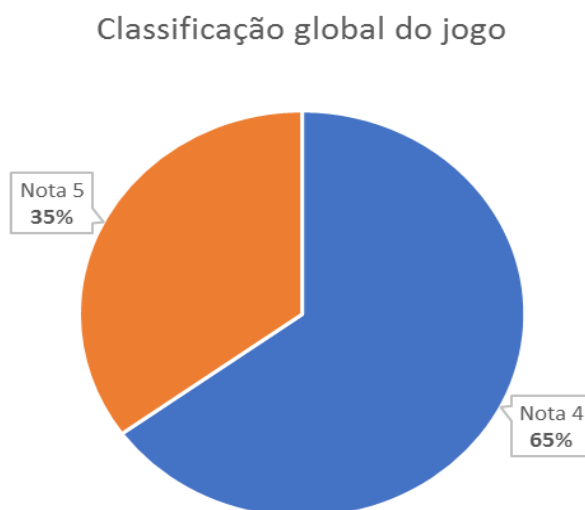


Figura 37 - Classificação global do jogo

Adicionalmente, todos os inquiridos responderam afirmativamente quando questionados sobre a capacidade do jogo estimular as apetências motoras e a adequação dos

sons ao jogo. Se existisse uma nova possibilidade de jogo, 100% da população deste estudo afirmou que jogaria novamente.

No que respeita às alterações a realizar, foi indicado pela totalidade dos participantes a necessidade de serem criados novos níveis com a capacidade de estímulo de outras apetências motoras que não só os membros superiores. Foi ainda sugerido que a acumulação de pontos com a prática do jogo permita a inclusão quer de novos personagens quer de novos ambientes.

Pela diferença de alturas entre os participantes, foi necessário a adaptação da gama de valores em que os alvos possam ser espacialmente colocados, visto que, para utilizadores mais altos o alcance de alvos na parte superior era fácil, o mesmo não se verificou com os utilizadores de menor estatura. Foram ainda encontradas algumas dificuldades na deteção de colisões entre a mão e o alvo. Ainda que os alvos tenham sido instanciados sempre apartir do mesmo objeto, cujo colisor permite a deteção de corpos rígidos, independentemente da profundidade a que estes se encontrem do alvo, ou seja, na prática não importa a profundidade do utilizador ao alvo, sendo apenas necessário colocar a mão no local onde está a bola. No entanto, por nem sempre esta colisão ser detetada, foi por vezes necessária a realização de várias tentativas para a eliminação desse alvo, ainda que a mão se encontrasse no local correto.

Verificou-se ainda que a instanciação automática de um novo alvo, aquando da destruição dos alvos existentes, era feita no mesmo local onde se encontrava a mão do alvo errado, resultando portanto na perda de uma vida. Esta perda não está associada à má realização do movimento, mas sim ao reduzido tempo de reação disponível para evitar o toque errado.

4.2.4 Validador de Posições

À semelhança do jogo, o validador implementado tem na sua base de funcionamento o sensor *Kinect*, pelo que as dificuldades sentidas no teste do jogo se alastraram a esta solução implementada. Desta forma, para o validador de posições foi utilizada a mesma amostra populacional que no jogo anterior. A esta amostra foi pedido o cumprimento do exercício de abdução do ombro, o qual se caracteriza por partir da posição inicial, com as mãos ao nível da cintura, elevar os braços até que se verifique um ângulo de zero graus com os ombros, tal como indicado na figura 38.

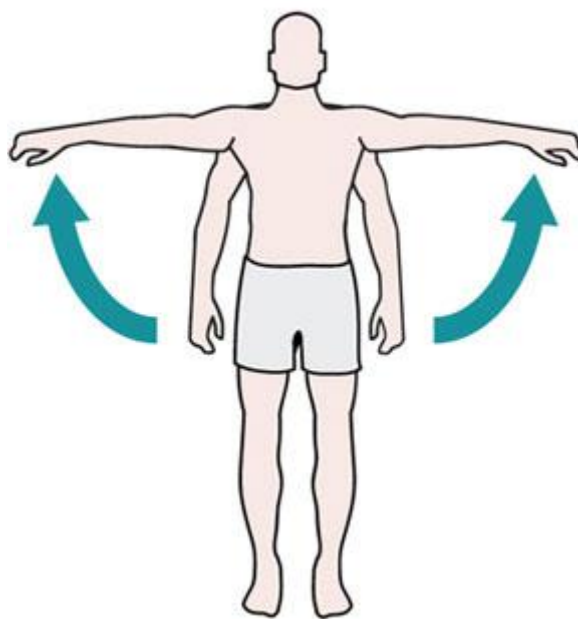


Figura 38 - Exercício de abdução de ombros

Para tal foi pedido aos utilizadores que acessem a este exercício através do motor de pesquisa implementado, sendo os campos de pesquisa os identificados na tabela 4:

Tabela 4 - Identificação dos parâmetros de Pesquisa

Área	Categoria	Idade (meses)
Motricidade Grosseira	Equilíbrio	72-83

Após a pesquisa, os utilizadores selecionaram o ícone de exercício, sendo-lhes posteriormente pedido que se alinhassem com quatro pontos brancos (cabeça, pescoço, peito e cintura), mantendo as mãos junto ao corpo e os pés à largura dos ombros. Uma vez alinhados, é feita a recolha das coordenadas de todas as articulações, podendo então estabelecer-se todos os parâmetros de calibração.

Concluída a calibração, inicia-se o exercício de abdução do ombro, tendo o utilizador que cumprir três posições distintas: a primeira com as mãos junto à cintura, a segunda fazer um ângulo de zero graus com os ombros e a terceira retornar à posição inicial.

Realizado o exercício, constatou-se que todos conseguiram alcançar a correta realização do mesmo, no entanto verificaram-se algumas falhas no que respeita aos limites admissíveis de desvio em relação à posição correta. Esta falha é inerente ao estabelecimento de um valor de variação da posição do utilizador face à registada pelo terapeuta.

Esta variação foi sucessivamente ajustada por forma a garantir que o exercício se aproxime o mais possível à posição desejada.

Para além do exercício de abdução do ombro, foi ainda testado um outro conjunto de posições que envolvesse uma variação de todos os eixos cartesianos, como seja esticar o braço à frente do corpo. Contudo, ainda na fase de testes anterior à aplicação do exercício a utilizadores, constatou-se que a fórmula utilizada na calibração não permitia uma correta realização do mesmo. A justificação para este impedimento encontra-se na forma como são recolhidas as posições das articulações do utilizador, isto é o *GameEngine* determina a distância das esferas do esqueleto relativamente a um ponto (no caso o objeto que engloba todas as articulações). Todavia, por não ser assegurada nem a colocação do utilizador no mesmo local onde foram registadas as posições do terapeuta, nem a colocação do sensor *Kinect* nas mesmas condições de altura ou inclinação (sendo esta ajustada automaticamente pelo *software*), as distâncias calculadas pelo *Unity3D* não se mantêm constantes. Assim, o uso da aplicação fica limitado somente a exercícios que exijam exclusivamente duas dimensões.

5 Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste capítulo será apresentada uma breve análise crítica à solução obtida para o problema encontrado, para o protótipo desenvolvido e ainda referidas quais as evoluções e adaptações possíveis de realizar sobre a prova de conceito apresentada, uma vez que o produto criado se foca num protótipo e não num produto final, totalmente desenvolvido.

5.1 Conclusão

O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação é uma doença que afeta uma reduzida faixa de crianças em idade escolar (cerca de 80 mil crianças), de tal forma que as soluções para esta população são ainda arcaicas.

Com o avanço da tecnologia, inúmeras soluções têm sido desenvolvidas com o intuito de colmatar esta disparidade da realidade, no entanto poucas são aquelas que chegam ao mercado ou são sequer noticiadas. Esta distância à evolução tecnológica acarreta, de igual forma, uma não adaptação dos centros de tratamentos a novos métodos de terapia. Um exemplo foi encontrado no Centro DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil que, apesar de por um lado incentivar à adoção de novos tratamentos baseados em jogos, não dispõe de infraestruturas que o permitam.

Por forma a atualizar as metodologias de ensino, bem como a dar uma continuidade dos tratamentos aplicados nas consultas, no domicílio com o auxílio dos pais, os terapeutas do Centro DIFERENÇAS organizaram um variado conjunto de informações que permite esta continuidade de uma forma correta e adequada às necessidades de cada criança.

No entanto, apenas a recolha de informação, por si só, não garante a portabilidade necessária para a aplicação dos tratamentos em qualquer local. Assim, foi necessária a

construção de uma aplicação que disponibilizasse a informação recolhida de uma forma fácil e prática em qualquer local, para tal, foi construída a aplicação descrita neste trabalho de dissertação. Para além da componente informativa, esta aplicação dispõe ainda de um conjunto de ferramentas que, recorrendo a um sensor *Kinect*, permite a aquisição de capacidades motoras de uma forma divertida. Esta aprendizagem é feita com recurso a um validador de posições e a um jogo, que podem ser constantemente adaptados às necessidades por forma a manter o interesse das crianças, garantindo desta forma a continuada aprendizagem das capacidades motoras.

Ainda que o protótipo final incluía estas duas componentes, nem sempre foram atingidos os níveis de exigência desejados. No que toca à componente informativa, o não cumprimento destes níveis prendeu-se com a limitação imposta pela licença grátis que não permite a reprodução dos vídeos no interior da aplicação. Na segunda componente, não foi possível a deteção de posições a três dimensões pela não garantia das mesmas condições de utilização do sensor *Kinect*, não permitindo, desta forma, estabelecer um padrão que garanta o cumprimento correto das posições. No jogo, as dificuldades detetadas ocorreram ao nível da deteção de colisões que, apesar de serem sempre realizadas da mesma forma, nem sempre são detetadas, levando portanto à necessidade de execução de mais movimentos para a eliminação de um alvo.

Apesar destas dificuldades, a versão final do protótipo garante todos os requisitos identificados pelos terapeutas do Centro DIFERENÇAS, tratando-se de uma ferramenta portátil, amigável ao utilizador, que disponibiliza toda a informação necessária para o cumprimento correto dos exercícios definidos para as crianças.

Da aplicação dos questionários resultou uma apreciação muito positiva do jogo implementado, na medida em que todos os inquiridos manifestaram interesse em jogar novamente, bem como confirmaram a adequação do jogo ao estímulo das capacidades motoras. No entanto, tal como foi referido pelos terapeutas do Centro DIFERENÇAS, a prática destas ferramentas que necessitam de um sensor *Kinect* adivinha-se difícil, na medida em que, em primeira instância há a necessidade de garantir que os pais das crianças que irão utilizar estas ferramentas dispõem deste sensor, em segundo lugar, há que garantir a existência de sensores *Kinect* nos centros de terapia, para que seja feita uma introdução a estas tecnologias e, por fim, há que garantir uma constante adaptação às necessidades identificadas, por forma a que existia uma simbiose tal entre utilizador e aplicação que garanta um ensino de qualidade.

Este trabalho de Dissertação foi o tema de um artigo científico apresentado na 6th *EAI International Conference on Serious Games, Interaction and Stimulation* com o título *Improving the learning of child movements through games* [24].

5.2 Trabalhos Futuros

A solução implementada foi pensada e executada da forma mais abstrata possível, permitindo um escalamento e adaptação a outros campos que possam ser identificados numa fase futura.

Na primeira componente do protótipo desenvolvido, podem ser adicionados os movimentos relativos aos músculos faciais, desenvolvendo os recursos necessários à fala. Este foi um tema discutido com os terapeutas que acompanharam de perto o desenvolvimento da solução apresentada.

Com a aquisição de uma licença *premium*, a reprodução dos vídeos pode executar-se dentro da aplicação, excluindo-se a necessidade de recorrer a ferramentas externas.

Sugere-se ainda a migração dos ficheiros necessários ao programa, sejam eles ficheiros XML, vídeos ou fotografias, para recursos *online*, como sejam servidores. Esta alteração permitirá não só a redução do tamanho da aplicação, como também assegurar uma constante atualização da informação.

No que respeita ao jogo e ao validador de posições, é necessária a sua introdução nas crianças a que este protótipo se destina. Assim que ultrapassado o período de adaptação terão que ser implementadas as consequentes alterações às ferramentas, de modo a permitir uma maior simbiose e aprendizagem dos seus utilizadores. Por forma a manter o interesse dos jogadores, poder-se-ão criar um conjunto de prémios alcançáveis pela prática correta dos exercícios (cenários, avatares, entre outros). A resolução das dificuldades encontradas pode ser realizada mediante o cumprimento de alguns parâmetros, tais como: a definição de um limite máximo para a luz ambiente; a prática do jogo numa sala em que a cor das paredes seja uniforme e o espaço esteja livre de obstáculos; ou ainda, a colocação do sensor *Kinect* sempre à mesma altura e distância face ao solo e ao jogador, respectivamente. O cumprimento dos parâmetros visa assegurar um padrão de jogabilidade, do qual se poderão retirar resultados mais conclusivos, uma vez que, as interferências externas serão reduzidas.

Referências Bibliográficas

- [1] CanChild, “Developmental Coordination Disorder,” Developmental Coordination Disorder. [Online]. Available at: <https://canchild.ca/en/diagnoses/developmental-coordination-disorder>. [Accessed: 10-Jan-2016]
- [2] APA, DSM-IV Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, 4th Ed. Washington DC: American Psychiatric Association, 1994.
- [3] APA, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder - DSM-V, 5th Ed. Washington DC: American Psychiatric Association, 2013.
- [4] M. M. Schoemaker and B. C. M. Smits-Engelsman, “Is Treating Motor Problems in DCD Just a Matter of Practice and More Practice?,” *Curr. Dev. Disord. Reports*, pp. 150–156, 2015.
- [5] G. D. Ferguson, D. Jelsma, J. Jelsma, and B. C. M. Smits-Engelsman, “The efficacy of two task-orientated interventions for children with Developmental Coordination Disorder: Neuromotor Task Training and Nintendo Wii Fit training,” *Res. Dev. Disabil.*, vol. 34, no. 9, pp. 2449–2461, 2013.
- [6] Y. Rybarczyk, G. Carrasco, T. Cardoso, I. Pavão Martins (2013) A SERIOUS GAME FOR MULTIMODAL TRAINING OF PHYSICIAN NOVICES, ICERI2013 Proceedings, pp. 4944-4949
- [7] J. Gameiro, T. Cardoso, and Y. Rybarczyk, “Kinect-Sign , Teaching sign language to ‘ listeners ’ through a game,” *Procedia Technol.*, vol. 17, pp. 384–391, 2014.
- [8] Who, The International Classification of Functioning, Disability and Health, vol. 18. Geneva: WHO, 2001.
- [9] E. Björck-Åkesson, J. Wilder, M. Granlund, M. Pless, R. Simeonsson, M. Adolfsson, L. Almqvist, L. Augustine, N. Klang, and A. Lillvist, “The International Classification of Functioning, Disability and Health and the version for children and youth as a tool in child habilitation/early childhood intervention--feasibility and

usefulness as a common language and frame of reference for practice,” *Disabil. Rehabil.*, vol. 32 Suppl 1, pp. S125–38, Jan. 2010.

[10] B. N. Wilson and S. G. Crawford, “The Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007,” *Phys. Occup. Ther. Pediatr.*, vol. 29, no. 2, pp. 182–202, 2012.

[11] P. C. Winders, *Gross Motor Skills in Children With Down Syndrome: A Guide for Parents and Professionals*, 1st Ed. Woodbine House, 1997.

[12] M. Bruni, *Fine Motor Skills for Children With Down Syndrome: A Guide for Parents And Professionals (Topics in Down Syndrome)*, 2nd Ed. Woodbine House, 2006.

[13] G. Altanis, M. Boloudakis, S. Retalis, and N. Nikou, “Children with Motor Impairments Play a Kinect Learning Game : First Findings from a Pilot Case in an Authentic Classroom Environment,” *Interact. Des. Archit. J. - IxD&A*, no. 19, pp. 91–104, 2013.

[14] Kinems, “Kinems Learning Games.” [Online]. Available: <http://www.kinems.com/>. [Accessed: 10-Dec-2015].

[15] Kinems, “Kinems Learning Games.” [Online]. Available: <http://www.kinems.com/#games>. [Accessed: 10-Dec-2016].

[16] A. K. Roy, S. Member, Y. Soni, and S. Dubey, “Enhancing Effectiveness of Motor Rehabilitation Using Kinect Motion Sensing Technology,” *Glob. Humanit. Technol. Conf. South Asia Satell. (GHTC-SAS)*, 2013 IEEE, pp. 298–304, 2013.

[17] KinectoTherapy, “KinectoTherapy.” [Online]. Available: <http://www.kinctotherapy.in/>. [Accessed: 10-Dec-2015].

[18] K. de Greef, E. D. Van der Spek, and T. Bekker, “Designing Kinect games to train motor skills for mixed ability players,” *Games Heal. Proc. 3rd Eur. Conf. gaming Play. Interact. Heal. care*, pp. 197–205, 2013.

[19] W. S. Journal, “Warner Movies Flop, but Its Videogames Soar,” 2015. [Online]. Available: <http://www.wsj.com/articles/warner-loses-at-box-office-but-its-videogames-score-big-1444603877>. [Accessed: 20-Jan-2016].

[20] “Microsoft Kinect - Microsoft SDK.” [Online]. Available: http://wiki.etc.cmu.edu/unity3d/index.php/Microsoft_Kinect_-_Microsoft_SDK. [Accessed: 20-Apr-2015].

- [21] M. V Zelkowitz, D. R. Wallace, and D. W. Binkley, “Experimental validation of new software technology,” *Lect. notes Empir. Softw. Eng.*, pp. 229 – 263, 2003.
- [22] M. A. M. dos A. Palmeiro, “Kinect-Sign,” *Faculdade de Ciências e Tecnologia*, 2014.
- [23] J. R. F. Delgado, “A SDK Improvement Towards Gesture Support,” *Faculdade de Ciências e Tecnologia*, 2014.
- [24] Raposo, M., Barateiro, R., Martins, S., Cardoso, T., & Barata, J. (2016). Improving the learning of child movements through games. In *6th EAI International Conference on Serious Games, Interaction and Stimulation*. Porto.

Anexo A



Resumo do Projeto "Aprender os Movimentos"

1. AUTORES do Projeto

Maria Susana Guerra Martins - Técnica Superior de Educação Especial e Reabilitação

Raquel Maria Paiva Barateiro – Técnica Superior de Educação Especial e Reabilitação

Miguel Maria Viana Palha – Pediatra do Desenvolvimento

2. TÍTULO do Projeto – Ainda a DEFINIR

"MOVE"; "Mover para Aprender "; mover e aprender.....

3. ASSUNTO

Queremos criar uma APP multimédia multilingue (Inglês, Mandarim, Espanhol, Português, Japonês e Alemão) que facilite o desenvolvimento infantil nas etapas motoras, quer na área da motricidade fina como na grosseira. Esta App destina-se a crianças com e sem problemas de desenvolvimento, com o objetivo de desenvolver as suas competências psicomotoras.

4. PROBLEMA

Após mais de duas décadas de experiência, verificamos que os materiais existentes são maioritariamente de carácter teórico. É sabido que devido às obrigações profissionais, nem todos os pais dispõem de muitas horas livres para se dedicarem ao apoio terapêutico dos seus filhos. Assim, sentimos a necessidade de criar uma ferramenta prática, atrativa e de fácil manuseamento, para que os pais e os técnicos possam dar continuidade aos objetivos propostos na área da motricidade.

5. SOLUÇÃO

Desenvolver uma aplicação que ensine as famílias e técnicos a implementar as estratégias adequadas para determinado objetivo motor proposto. Desta forma, a app pretende ensinar "o que fazer" e "como fazer", para que as crianças possam desenvolver adequadamente as suas competências motoras nos diferentes contextos e com todos agentes educativos.



A aplicação possibilitará a aprendizagem de 300 etapas motoras importantes. Cada um destes objetivos terá um vídeo demonstrativo e entre 5 a 6 estratégias de trabalho; o que totaliza 1500 estratégias em todo o Programa. Por exemplo, temos uma criança com 14 meses que ainda não aprendeu a andar sozinha. Os pais poderão abrir esta app e selecionar o objetivo específico (problema)- locomoção. Assim, o software devolve-lhes a solução, dizendo o que deverão fazer e como fazer, por vezes demonstrado por vídeo.

6. BENEFICIO

A aplicação dará soluções para minimizar os efeitos negativos dos atrasos motores, promovendo o desenvolvimento psicomotor. Pretende, igualmente, desenvolver precocemente competências motoras elementares, facilitando a intervenção família-criança em contexto domiciliário. Desta forma, a app pretende dar resposta às necessidades das famílias e aos

Centros de Desenvolvimento Infantil, permitindo uma pesquisa rápida e prática dos objetivos motores a desenvolver.

7. EVIDÊNCIA DE SUCESSO

Os promotores envolvidos neste Projeto, são terapeutas com mais de 20 anos de experiência em Desenvolvimento Infantil e aplicam diariamente estas estratégias no Centro de desenvolvimento Infantil Diferenças. Um dos mais avançados e especializados centros de Desenvolvimento da Europa que apoia cerca de 11.000 famílias.

8. MERCADO ALVO

- i. Todos os pais que tenham filhos e que queiram melhorar a sua performance psicomotora;
- ii. Todas as crianças com atraso ou imaturidade no desenvolvimento motor;
- iii. Crianças com ou sem perturbação motora, perturbação do desenvolvimento intelectual ou em situação de recém-nascido de risco (prematuridade; baixo peso, entre outras) dos 0 aos 7 anos de idade

9. RESULTADOS ESPERADOS

A conceção deste Projeto parece-nos ter um carácter inovador, na medida em que não existe no mercado nenhum guia multimédia, com suporte visual na demonstração das atividades a desenvolver, servindo assim, de recurso à Intervenção realizada no Centro Diferenças ou noutras Instituições.



Assim, o Guia será:

- a. Constituído por um conjunto integrado de atividades adequadas às necessidades de cada criança, devidamente organizadas por níveis de dificuldade;
- b. Funcional e inserido nas rotinas diárias;
- c. Inovador no que respeita aos materiais utilizados, possibilitando a sua utilização sem custos elevados;
- d. Facilitador como instrumento de Intervenção Prática;

Deste modo, pretende-se fazer chegar este material às Equipas de Educação Especial, bem como a todos os técnicos e familiares que lidam com esta população alvo, possibilitando, desta forma, dar continuidade às metodologias de trabalho desenvolvidas.

8. Em falta

Edição dos vídeos.

Anexo B

<movimentos>

<movimentoID>

<id></id>

<movimento>

<área></area>

<categoria> </categoria>

<idade></idade>

<materiais></materiais>

<descricao></descricao>

<objectivo></objectivo>

<estrategia1></estrategia1>

<estrategia2></estrategia2>

<estrategia3></estrategia3>

<estrategia4></estrategia4>

<estrategia5></estrategia5>

<estrategia6> </estrategia6>

<estrategia7></estrategia7>

<estrategia8></estrategia8>

<imagem></imagem>

<imagemEst1></imagemEst1>

<imagemEst2></imagemEst2>

<imagemEst3></imagemEst3>

<imagemEst4></imagemEst4>

<imagemEst5></imagemEst5>

<imagemEst6></imagemEst6>

<imagemEst7></imagemEst7>

<imagemEst8></imagemEst8>

<video1></video1>

<video2></video2>

<video3></video3>

<video4></video4>

<video5></video5>

```
<video6></video6>

<video7></video7>

<video8></video8>

<articulacaoUsada></articulacaoUsada>

<coordenadas></coordenadas>

<articulacaoNaoUsada></articulacaoNaoUsada>

<ucoordenadas></ucoordenadas>

</movimento>

</movimentoID>

</movimentos>
```


Anexo C

Aprender os Movimentos

Este questionário enquadra-se no âmbito da tese de final de curso de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, o qual tem como finalidade a obtenção de uma apreciação crítica sobre o jogo implementado na aplicação Aprender os Movimentos, dirigido a crianças com Transtorno de Coordenação Motora e seus respetivos pais.

A realização deste estudo tem como objetivo máximo a construção de uma ferramenta capaz de estimular as áreas motoras da Motricidade Grosseira e Motricidade Fina, capacitando estas crianças para uma melhor adaptação às necessidades de vida diárias.

Este questionário será aplicado exclusivamente a adultos sem qualquer imparidade motora, com o objetivo de recolher o máximo de informações a incluir ou excluir, por forma a melhorar a aplicação.

O questionário será entregue a cada um dos jogadores após a prática do jogo. A duração máxima do jogo é de três minutos pretendendo-se a obtenção do maior número de pontos neste tempo. Cada utilizador dispõe ainda de três vidas que deve tentar conservar.

***Obrigatório**

Dados pessoais

1. Idade *

.....

2. Género *

Marcar apenas uma
oval.

☐ Masculino

☐ Feminino

3. Nível de escolaridade * Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ensino Básico
- ☐ Ensino Secundário
- ☐ Ensino Superior

4. Experiência com jogos multimédia * Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

Informações do jogo

Pontuações, níveis e vidas após a prática do jogo.

5. Pontuação obtida *

.....

6. Nível atingido * Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Vidas restantes * Marcar apenas uma oval.

0	1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Tempo

Em caso de derrota antes dos três minutos, indique o tempo para o fim em que perdeu

.....

Apreciação global

Informações relativas à prática do jogo.

9. De 1 a 5, como avalia a sua experiência de jogo? *

Fácil compreensão, exigência dos movimentos, instruções fornecidas, clareza de objetivos, ou outros Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Péssima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

10. Jogaria novamente? * Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

11. Pensa que este jogo é capaz de estimular as capacidades motoras? * Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

12. Alterava o ambiente de jogo?

Se sim, diga o que alteraria (tema, avatar, alvos, ou outra).

.....

.....

.....

.....

.....

13. Pensa que os sons emitidos pelo jogo estão adequados? * Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

14. Se existisse um sistema de troca de pontos por prémios, o que gostaria de ter disponível para a troca * Marque todas que se aplicam.

- ☐ Novos níveis
- ☐ Avatares diferentes
- ☐ Objetivos de jogo diferentes (uso de outra parte do corpo)
- ☐ Outro:

15. De 1 a 5, como classifica globalmente o jogo? * Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Mau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Bom

16. Sugestões

.....

Obrigado pela participação
